

ABHANDLUNGEN

DER

GROSSHERZOGLICH HESSISCHEN

GEOLOGISCHEN LANDESANSTALT

ZU DARMSTADT.

Band V. Heft 2.

Alexander Steuer, Über den Wert ständiger Bodenwasser-Beobachtungen für wissenschaftliche und praktische Zwecke und die Einrichtung eines ständigen Beobachtungsdienstes im Großherzogtum Hessen.

Mit 4 Tafeln.



DARMSTADT

IN KOMMISSION BEIM GROSSH. STAATSVERLAG

1911

Über den Wert ständiger Bodenwasser-Beobachtungen für wissenschaftliche und praktische Zwecke und die Einrichtung eines ständigen Beobachtungsdienstes im Großherzogtum Hessen

---

Vortrag

gehalten am 14. Dezember 1910 im Auftrage des Großh. Ministeriums des Innern, Abteilung für Landwirtschaft, Handel und Gewerbe

von

Bergrat Professor Dr. Alexander Steuer
Großherzoglichem Landesgeologen

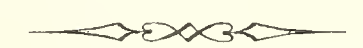
und

Bericht

über die sich dem Vortrage anschließende Besprechung

Mit 4 Tafeln





DARMSTADT
In Kommission beim Großherzoglichen Staatsverlag
1911

Auf Einladung des Großherzoglich Hessischen Ministeriums des Innern, Abteilung für Landwirtschaft, Handel und Gewerbe, fand am 13. Dezember 1910 eine Sitzung statt, zu der die folgenden Herren erschienen waren:

Als Vertreter des Großherzoglichen Ministeriums des Innern, Abteilung für Landwirtschaft, Handel und Gewerbe:

1. Herr Ministerialrat Hölzinger,
2. Herr Landesökonomierat Müller,
3. Herr Oberbaurat Mangold,
4. Herr Regierungsrat Spamer,
5. Herr Ministerialsekretär Pfeiffer.

Als Vertreter des Großherzoglichen Ministeriums des Innern, Abteilung für öffentliche Gesundheitspflege:

1. Herr Geheimer Obermedizinalrat Dr. Neidhart,
2. Herr Geheimer Obermedizinalrat Dr. Hauser.

Als Vertreter des Großherzoglichen Ministeriums der Finanzen, Abteilung für Forst- und Kameralverwaltung:

1. Herr Geheimerat Wilbrand,
2. Herr Geheimer Oberforstrat Dr. Walther,
3. Herr Geheimer Oberforstrat Joseph,
4. Herr Geheimer Oberforstrat Dr. Grünewald,
5. Herr Oberforstrat Diefenbach,
6. Herr Oberforstrat Hein.

Als Vertreter des Großherzoglichen Ministeriums der Finanzen, Abteilung für Bauwesen:

1. Herr Geheimer Oberbaurat Imroth,
2. Herr Baurat Weihrich,
3. Herr Professor Dr. Greim.

Als Vertreter der Großherzoglichen geologischen Landesanstalt:

1. Herr Geheimer Oberbergrat Professor Dr. Lepsius,
2. Herr Bergrat Professor Dr. Klemm,
3. Herr Bergrat Professor Dr. Steuer,
4. Herr Bergrat Dr. Schottler.

Als Vertreter der Landwirtschaftskammer:

1. Herr Geheimer Landeskulturrat Dr. Klaas,
2. Herr Ökonomierat Leithiger,
3. Herr Dr. Hamann.

Als Vertreter des Großherzoglichen Kreisgesundheitsamts Darmstadt:

Herr Medizinalrat Dr. Lehr.

Als Vertreter des Großherzoglichen Kreisgesundheitsamts Groß-Gerau:

Herr Kreisarzt Dr. Lindenborn.

Als Vertreter der Großherzoglichen Wasserbauinspektion Mainz:

1. Herr Baurat Schmidt,
2. Herr Baurat Becker.

Als Vertreter der Großherzoglichen Wasserbauinspektion Worms:

1. Herr Baurat Reinhardt,
2. Herr Bauinspektor Ickes.

Als Vertreter der Großherzoglichen Kulturinspektion Darmstadt:

Herr Baurat Wallek.

Als Vertreter der Großherzoglichen Kulturinspektion Friedberg:

Herr Kulturinspektor Heyl.

Als Vertreter der Großherzoglichen Kulturinspektion Mainz:

Herr Baurat von Boehmer.

Als Vertreter der Großherzoglichen Kulturinspektion Gießen:

Herr Regierungsbaumeister Bach.

Der Vorstand der Chemischen Prüfungs- und Auskunftsstation für die Gewerbe in Darmstadt:

Herr Professor Dr. Sonne.

Der Direktor des städtischen Wasserwerks Darmstadt:

Herr Regierungsbaumeister Rudolph.

Herr Kustos Dr. Haupt vom Landesmuseum.

Herr Ministerialrat Hölzinger eröffnete die Sitzung mit folgenden Worten:

Meine sehr geehrten Herren! Die Ministerialabteilung für Landwirtschaft, Handel und Gewerbe, die Sie hierher eingeladen hat, dankt Ihnen herzlichst für Ihr Erscheinen. Die heutige Versammlung ist veranlaßt durch einen Beschluß, den die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft in diesem Jahre gefaßt hat. Der Beschluß lautet:

„Eine genaue Überwachung des Grundwassers in allen Gebieten, in denen es unmittelbare Wichtigkeit für die landwirtschaftlichen Kulturgewächse besitzt, ist von hoher Bedeutung, und die Bereitstellung von Mitteln, zunächst zu den Vorarbeiten einer solchen Überwachung, ist dringend erwünscht. Es liegt im Interesse der Bodenkultur und des Grundbesitzes, daß an möglichst vielen Stellen, überall wo es erforderlich ist, die Beobachtung des Grundwasserstandes dauernd und einwandsfrei festgestellt wird."

Wir haben uns auf Grund dieses Beschlusses an die Geologische Landesanstalt gewandt mit der Bitte um eine Äußerung. Auch die Landwirtschaftskammer ist in diesem Sinne bei uns vorstellig geworden. Von der Geologischen Landesanstalt wurde vorgeschlagen, eine Besprechung über diese Angelegenheit abzuhalten, namentlich zu dem Zweck, die Einrichtung eines genauen Grundwasser-Beobachtungsdienstes zu erörtern, und um zu erfahren, wie das am besten und billigsten sich bewerkstelligen ließe. Herr Bergrat Dr. Steuer hat die Liebenswürdigkeit gehabt, das Referat zu übernehmen. Daran wird sich eine Aussprache anschließen, an der sich recht lebhaft beteiligen zu wollen, ich die Herren bitten möchte.

Vortrag.

Ein gewisser Wassergehalt des Erdbodens ist die erste Vorbedingung für die Entwickelung allen organischen Lebens. Unter dem Einfluß des Wassers spielen sich die physikalischen und chemischen Prozesse ab, die, von der Verwitterung der anstehenden Gesteine ausgehend, bis zur Bildung kulturfähigen Bodens führen. Von dem Wasserhaushalt dieser Böden hängt es dann weiter ab, welche Nährstoffe in ihnen erschlossen oder verarbeitet werden können und bei welcher Bewirtschaftung land- oder forstwirtschaftlicher Art die zweckmäßigste Ausnutzung und der beste Ertrag erzielt werden kann. Die geologischen, chemisch-geologischen und in deren Anwendung die geologisch-agronomischen Untersuchungen streben danach, die Entstehung, die Zusammensetzung und den Wert der Böden zu erforschen, sie sollen damit für die praktische Kultur ein wertvolles Hilfsmittel schaffen, sie richtig zu beurteilen, und zwar nicht allein für die Art der Bepflanzung, sondern vor allem auch für die Ergänzung der mineralischen Nährstoffe, die an manchen Stellen während viele Jahrhunderte alter Bewirtschaftung dem Boden entzogen worden sind, denn Stickstoffzufuhr ist es bekanntlich nicht allein, die den gesunkenen Ertrag wieder zu erhöhen vermag.

Gewiß ist es richtig, daß die Bodenkultur älter ist als die wissenschaftliche geologische und geologisch-agronomische Forschung, und daß man früher auch ohne wissenschaftliche Anleitung gut wirtschaften konnte. Aber seit jenen Zeiten, wo Land in Menge zur Verfügung stand, wo man anscheinend geringwertigere Böden einfach unbenutzt liegen lassen konnte, haben sich die Verhältnisse gewaltig geändert. Mit der Zunahme der Bevölkerung bis fast zur Übervölkerung ist der Wert des Bodens ungeheuer gestiegen, während die zu Ackerland verfügbaren Flächen durch das Wachstum der Ortschaften und durch

sich immer weiter ausdehnende und außerhalb der Städte sich ansiedelnde industrielle Anlagen dauernd verkleinert werden. Dabei ist aber die Nachfrage nach den Erträgnissen unermeßlich gesteigert worden. Die Folge ist, daß die Bewirtschaftung intensiver betrieben werden muß, um diese bis zu größter Möglichkeit zu erhöhen, der Boden muß also aufs äußerste ausgenutzt werden.

Wie auf so vielen Gebieten praktischer Tätigkeit, beginnt auch hier die alleinige Anwendung der empirischen Arbeitsmethode bei der Untersuchung der Ausnutzungsfähigkeit der Böden zu versagen, nicht nur weil sie zu zeitraubend ist, sondern weil sie allein die Hilfsmittel und Wege nicht finden kann, die in der Natur äußerst langsam arbeitenden Prozesse zur Aufschließung der anorganischen Nährstoffe im Boden zu beschleunigen und andererseits auch wieder die entzogenen Mengen zu ergänzen, um einer zeitweisen oder vollständigen Sterilisierung vorzubeugen. Die theoretische Forschung muß hier helfend eingreifen, um in gemeinsamer Tätigkeit dem erwünschten Ziele zuzuführen.

Die geologischen Landesanstalten sind berufen, an der Erforschung der Zusammensetzung und Entstehung der Kulturböden in vorderster Reihe mitzuarbeiten. Die geologischen Spezialkarten und ihre Erläuterungen sollen ein Hilfsmittel bieten, die Bodenarten zunächst nach großen, übersichtlichen Gesichtspunkten einzuordnen. Liegen diese übersichtlichen Darstellungen vor, wie sie im Maßstab 1 : 25 000 gegeben werden, so kann die Vertiefung für den speziellen Fall leicht an sie angeschlossen werden, und kann je nach der Größe des Maßstabes und der zur Verfügung stehenden Mittel bis auf den einzelnen Gutsbezirk oder sogar auf einzelne Felder durchgeführt werden.

Die kartographische Darstellung ist es aber nicht allein, womit die Arbeitskräfte der in allen deutschen Staaten ins Leben gerufenen und unterhaltenen geologischen Landesanstalten beschäftigt werden. Es muß in den Laboratorien eine Fülle von Spezialarbeiten geleistet werden, die es erst ermöglichen, die volle Ausnutzung der im Gelände angestellten und aufgezeichneten Beobachtungen zu erreichen.

Durch sie sollen die wissenschaftlichen Resultate der praktischen Verwendung zugeführt werden. Soweit es sich dabei um geologische,

mineralogisch-petrographische und chemische Untersuchungen handelt, ist die Arbeit entsprechend verteilt, und die Anstalten können den an sie gestellten Anforderungen gerecht werden. Kommen aber, wie das z. B. bei der Erforschung der Kulturböden und besonders bei der Untersuchung ihres Wassergehaltes und der davon abhängigen physikalischen und chemischen Vorgänge der Fall ist, noch physiologische Aufgaben hinzu, so ist eine Mitarbeit kollegialer Forschungsinstitute notwendig, da der Geologe unmöglich auch zugleich die biologischen Wissenschaften in speziellen Fragen beherrschen kann. Das Gleiche ist für bakteriologische und viele technische Untersuchungen zu fordern, wo ein Zusammenarbeiten mit dem Fachmann unerläßlich ist. Gemeinsame Forschung hat sich auch bereits bewährt; so ist z. B. in Preußen ein ersprießliches Zusammenarbeiten der Bergbehörden mit der geologischen Landesanstalt längst angebahnt. Es ist nur zu wünschen, daß im Interesse von Wissenschaft und Praxis solche gemeinsamen Forschungen sich verallgemeinern, damit auf diesem Wege die Nachteile, die durch den modernen Drang nach allzugroßer Spezialisierung entstehen, ausgeglichen werden. Gegenseitiges Vertrauen und zweckmäßige Organisation können hier allein die Arbeit fördern.

Eine der besonderen Aufgaben, die in das Arbeitsgebiet der geologischen Landesanstalten fallen, ist die Erforschung des Bodenwassers. Sie umfaßt Untersuchungen über die Art seiner Entstehung, der Verteilung und Bewegung in den verschiedenen festen und losen Gesteinen, über die vertikalen Schwankungen des Bodenwasserspiegels nach alljährlichen und säkularen Perioden und über deren Zusammenhang mit den meteorologischen Beobachtungen, über die Wasseraufnahmefähigkeit der oberflächlichen kulturfähigen Böden und über die physikalische und chemische Einwirkung auf die Gesteine aller Art, endlich über den Zusammenhang des Bodenwassers mit den oberflächlichen Wasserläufen und die Speisung der Quellen.

Das ist eine Fülle von Aufgaben, deren Wichtigkeit und praktische Bedeutung wir im einzelnen etwas näher beleuchten wollen.

Diese Aufgaben sind selbstverständlich nicht neu und es findet sich in der Literatur gar manche wertvolle Arbeit. Allein im allgemeinen muß doch festgestellt werden, daß sich die Forschung nicht in dem Maße mit dem Bodenwasser beschäftigt hat, wie es seiner Wichtigkeit und dem Einfluß auf die menschliche Kultur entspricht.

Das geht schon daraus hervor, daß über fundamentale Fragen, so über die Herkunft und Bewegung des Bodenwassers, selbst in hochgebildeten Kreisen die größte Unkenntnis herrscht, sodaß man sein Aufsuchen und Auftreten geradezu für etwas Mysteriöses hält. Wie wäre es sonst möglich, daß selbst durchaus ernst zu nehmende Männer kritiklos an die Wünschelrute glauben, und daß immer und immer wieder neue Theorien über die Entstehung des Wassers im Boden aufgestellt werden, die, soweit sie auf wissenschaftlicher Grundlage beruhen, manchmal von einzelnen richtigen physikalischen Beobachtungen und speziellen Fällen ausgehen, zuweilen auch mit geistreichem, mathematischen Apparat ausgerüstet sind, die aber bei ihren Schlußfolgerungen die geologischen Verhältnisse des Untergrundes ganz und gar unberücksichtigt lassen. In anderen Fällen beobachtet man im Gegenteil, daß Dinge als wichtige Entdeckung beschrieben werden, die sich z. B. der Wasserwerks- oder Wasserbauingenieur längst an den Schuhen abgelaufen hat.

Es fehlt eben an der allgemeinen und systematischen Arbeit auf diesem hydrologisch-geologischen Gebiete, die nach dem Auftreten und der Beschaffenheit des Objektes nur durch langjährige Beobachtungen gefördert werden kann. Ein einzelner Forscher kann nur Stückwerk leisten, kann nur für den speziellen Fall arbeiten, weil er unmöglich ohne umfangreiche Unterstützung der staatlichen wohlorganisierten und interessierten Behörden die Hilfskräfte und Mittel aufbringen kann, das Beobachtungsmaterial herbeizuschaffen, das für die Verallgemeinerung der Schlußfolgerungen notwendig ist.

Mit der Wasserwirtschaft in den oberflächlichen Kulturböden, und zwar mit Rücksicht ihres Einflusses auf die Kulturpflanzen, haben sich in früherer Zeit besonders Wollny und seine Schüler eingehend beschäftigt; eine Anzahl wertvoller Abhandlungen, die sich auf experimentelle Untersuchungen stützen, sind in Wollnys „Forschungen zur Agrikulturphysik“ veröffentlicht worden. Allein die da behandelten und angeregten, äußerst komplizierten Probleme sind noch keineswegs gelöst, es muß bedauerlicherweise sogar gesagt werden, daß es noch recht zweifelhaft ist, ob die Arbeitsmethoden, nach denen bis in die neueste Zeit die physikalischen und auch die chemischen Bodenuntersuchungen ausgeführt werden, so durchgebildet und zweckmäßig sind, daß sie den Zusammenhang zwischen den chemisch-physiologischen

Vorgängen bei der Nahrungsaufnahme der Pflanzen und den natürlichen chemisch-geologischen Prozessen bei der Aufschließung der Ackerböden in der erstrebten Weise aufzuhellen vermögen. Die Forscher, die in Deutschland auf dem Gebiete der speziellen Bodenkunde weiter gearbeitet haben — ich nenne z. B. Ebermayer, Ramann, Vater, Lüdecke, die Versuchsstation in Möckern bei Leipzig, die Abteilung für Bodenuntersuchung an der Preußischen geologischen Landesanstalt, nicht zuletzt auch unsere Hessische geologische Landesanstalt usw. — haben gewiß viele wertvolle Beiträge erbracht, aber sie sind doch mit experimentellen Versuchen aus Mangel an Arbeitskräften und für diesen Zweck zur Verfügung stehenden Mitteln immer nur auf die gebräuchlichen Methoden und auf spezielle Fälle beschränkt geblieben. Für eine Ausdehnung und Anwendung der Resultate auf weitere Gebiete fehlt es zum Teil noch an elementaren Vorarbeiten und Beobachtungen, die doch auf viele Jahre ausgedehnt sein müssen, wenn man z. B. ein Urteil über den Einfluß gewisser, durch die meteorologischen Beobachtungen festgestellten Feuchtigkeits- und Trockenheitsperioden auf die Wasserwirtschaft im Boden erkennen und ihre Tragweite ermessen will.

Dieses Erkennen des Zusammenhanges zwischen Niederschlag, oberflächlich abfließenden Gewässern und Bodenwasser wird um so schwieriger, je mehr man auf tiefer liegende oder aus der Tiefe emporsteigende Bodenwässer, wie z. B. Grundwasser, Schichtwasser, Spaltenwasser Rücksicht nehmen muß, deren Auftreten doch für die Forstwirtschaft, oft auch für die Landwirtschaft und ferner für die Wasserversorgung und Entwässerung der Ortschaften u. a. m. von größter wirtschaftlicher Bedeutung ist. Die Entstehung solcher Gewässer und ihre Bewegung vollzieht sich nach sehr komplizierten Gesetzen, die von der Beschaffenheit des Gesteins, das von Wasser durchdrungen wird, aber auch von deren Lagerungsverhältnissen abhängig sind. Hat das Bodenwasser — nehmen wir z. B. Grundwasser an, das sich in den lockeren Aufschüttungen einer Talalluvion bewegt — ein weites Einzugsgebiet, so wird es je nach der Feinheit des Materials, in dem es sich bewegt, eine kürzere oder längere Zeit brauchen, bis es z. B. in eine Niederung am Ausgange des betreffenden Tales gelangt. Das Auftreten einer Hochwasserwelle des Grundwassers, die durch anhaltende Niederschläge im oberen Teile des Tales hervor-

gerufen wurde, wird sich also in der Niederung immer erst erheblich später bemerkbar machen, wenn sich die oberflächlichen Gewässer längst verlaufen haben. Diese Zeitdifferenz kann bei feinerem Kies und Sand mehrere Monate und mehr betragen. Noch schwieriger ist der Zusammenhang zwischen Grundwassser und Niederschlägen zu erkennen, wenn die Alluvion einer weiten Niederung außer von Sickerwässern auch von unten oder von der Seite her, durch auf Verwerfungsspalten austretende, gleichsam als unterirdische Quellen zu bezeichnende Gewässer gespeist wird. Dieser Fall liegt nach meinen eigenen Beobachtungen in der Rheinebene vor. Für die am Ostrande der Ebene am Fuße des Odenwaldes in die Diluvialablagerungen austretenden Tiefengewässer kommt als Einzugsgebiet ein großer Teil des Odenwaldes in Betracht, wo wir annehmen müssen, daß das Wasser hauptsächlich auf Klüften versickert und wohl weite Wege zurückzulegen haben mag, bis es an die Randspalten des Gebirges gelangt. Wie sich hierbei die Vorgänge im Einzelnen vollziehen, welche Rolle Menge und Art der Niederschläge spielen, welcher Einfluß der herrschenden Temperatur und den Jahreszeiten zuzuschreiben ist, darüber fehlen bisher alle speziellen Beobachtungen; wir können nach den wenigen, in der Ebene angestellten Untersuchungen nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auf den Zusammenhang schließen. Danach scheint also die Höhe des Grundwasserstandes im größten Teile des hessischen Riedes in erster Linie von den auf Spalten aufsteigenden Gebirgswässern, die sich gegen den Rhein in spitzem Winkel vorschieben, abhängig zu sein, die also von unten her den Strom auffüllen, während den Sickerwässern, die aus Niederschlägen und offenen Wasserläufen, meist Bächen, entstehen, nur an gewissen Stellen und dann auch nur zeitweise eine von oben her auffüllende Tätigkeit in den obersten Schichten, soweit sie wasserdurchlässig sind, zukommt. Ähnliche Verhältnisse liegen auf der südwestlichen Seite des Rieds, also auf der rheinhessischen linken Rheinseite vor, wo das Bodenwasser in der Tiefe den Spalten im Kalk entströmt. Siehe Tafel 1 mit Erläuterungen.

Die Diluvialablagerungen besitzen im hessischen Ried eine Mächtigkeit von weit über hundert Metern, sie sind leider noch nie mit dem Bohrer durchsunken worden. Sie sind bis unten hin mit Grundwasser erfüllt und es ist aus vielen Gründen unmöglich, daß diese Wassermassen, die, wie ich schon sagte, ununterbrochen nach dem

Rhein als Entwässerungskanal abziehen, allein von oben her an Ort und Stelle beständig neu entstehen können. Weite Strecken der Niederung sind, wie die geologischen Aufnahmen gezeigt haben, mit bis zu mehrere Meter mächtigem Schlick bedeckt, der jede Wasserversickerung von oben her verhindert. Dann sind aber, wie zahlreiche Bohrlöcher gezeigt haben, hauptsächlich in den oberen Teufen der Rheinterassen in beträchlicher Mächtigkeit sehr feine, etwas tonhaltige Triebsande verbreitet, die ebenfalls kein Wasser nach der Tiefe durchziehen lassen. Durch solche Schichten sind die Wasserstockwerke scharf geschieden und tatsächlich weisen sie auch, wie ich schon oben andeutete, in der chemischen Zusammensetzung so erhebliche Unterschiede auf, daß man an eine gleichartige Entstehung der oberen und unteren Gewässer gar nicht denken kann. Etwas anderes ist es in den Mainterrassen. Dort treten so feine tonige Sande nicht auf, auch die oberflächliche Schlickbedeckung ist nicht so weit verbreitet. In der jüngeren Terrasse lagern dafür allerdings meist in geringer Tiefe zwischen den Sanden und Kiesen auf manchen Strecken dünne Schlickschichten, über denen sich Wasser lokal ansammeln und stagnieren kann. Das gibt z. B. in den Wäldern feuchte Stellen, die trefflichen Untergrund für Eichenbestände liefern.

In der sehr gleichmäßigen, tonfreien, grobsandigen älteren Mainterasse stellt zurzeit die Wasserwerksverwaltnng von Frankfurt nach Mitteilung des Herrn Königlichen Baurats Direktors Scheelhase auf der Versammlung des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern in Frankfurt im Juni 1909, im Frankfurter Wald äußerst interessante und wichtige Versuche an, indem sie gefiltertes Mainwasser durch geschlitzte Rohre versickern läßt, um dann die Einwirkung des auf diese Weise entstehenden Grundwassers auf die in etwa 500 m entfernt liegenden Brunnen zu studieren. Das Wasser gelangt von der Versickerungsstelle allmählich in den 14 m unter Tage liegenden Grundwasserstrom. Der zurückgelegte Weg betrug in einem Jahr nur etwa 250 m, sodaß dieses Sickerwasser also erst in etwa 2 Jahren die Brunnen erreicht. Schon in 100 m Entfernung von der Versickerungsstelle hatte es die Eigenschaften einwandfreien Grundwassers erlangt. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen, doch ist nach diesen Mitteilungen des Herrn Baurates Scheelhase soviel bekannt, daß die Versickerung und Ausbreitung des Wassers im Boden

äußerst langsam und in äußerst fein verteilter Form vor sich geht. Solche Untersuchungen sind geeignet, sehr wichtige Aufschlüsse über die Grundwasserbildung durch Versickerung zu geben und falsche Anschauungen und theoretische Entwickelungen zu widerlegen, die bei Berechnungen über die Ergänzung von Grundwassermengen bei der Anlage von Wasserwerken angewendet worden sind und sich manchmal schon bitter gerächt haben. Können nun auch experimentelle Untersuchungen in solch großem Maße nur vereinzelt ausgeführt werden, so kann doch andererseits durch systematische Beobachtungen der natürlichen Vorgänge mindestens gleichwertiger Aufschluß erreicht werden. Vor allen Dingen werden aber durch das genaue Studium der natürlichen Verhältnisse auch Wege erkannt werden, im kleineren Maßstabe, im Laboratorium oder doch auf beschränkten Versuchsfeldern die Gesetze der Bodenwasserentstehung und Bewegung zu erforschen, ähnlich wie man heute in den Flußbaulaboratorien an den technischen Hochschulen experimentelle Forschungen an künstlichen Flußrinnen anstellt und damit für den Wasserbau wertvolle Erfahrungen sammelt.

Aus dem hessischen Ried besitzen wir über die Grundwasserschwankungen eine einzige zuverlässige Beobachtungsreihe, die sich auf allwöchentliche, regelmäßige Messungen stützt. Sie ist auf der beigegebenen Tafel 2 dargestellt. Die Wasserwerksverwaltung in Darmstadt hat sie seit 1880 an einem Brunnen anstellen lassen, der von der Wasserentnahme durch das Pumpwerk nicht mehr beeinflußt ist. Gleichzeitig sind die in der Stadt beobachteten Niederschlagsmengen in Millimeter eingetragen. Diese Tafel wurde mir in freundlichster Weise von der Direktion des Wasserwerks durch Herrn Direktor Rudolph zur Verfügung gestellt.

Man erkennt aus der oberen Schaulinie, die den durchschnittlichen Jahresstand des Grundwassers seit 1880 angibt, ein allgemeines Fallen des Wasserspiegels bis zum Jahre 1893, nach einer vorübergehenden Steigerung sogar bis 1896, wo der tiefste Rand erreicht wird. Dann folgt 1897 ein ziemlich starkes Anwachsen und das hält bei annähernd gleicher Höhe bis einschließlich 1902 an. Dann fällt das Wasser abermals, um 1905 nahezu den Tiefstand von 1896 zu erreichen und steigt in den letzten Jahren wieder langsam an.

Die Niederschlagshöhen sind in der Stadt gemessen, es wäre also möglich, daß sie ein wenig größer sind, als in der Ebene draußen

am Griesheimer Eichwäldchen. Ihre Schaulinie hält sich im Durchschnitt zwischen 600 und 800 mm, nur einzelne Jahre heben sich darüber heraus und die liegen merkwürdigerweise gerade in der Zeit des ständigen Fallens der Grundwasserspiegelkurven. Es ist hier nicht möglich beim Vergleich der beiden Schaulinien von Wasserstand und Niederschlägen eine deutliche Einwirkung der Niederschlagsmengen, die in der Niederung fallen, nach den einzelnen Jahren oder in Jahresperioden auf die Periode des Steigens und Fallens der Grundwasserwelle zu erkennen.

Es fällt damit deutlich in die Augen, daß man aus den Gesamtmengen der lokal fallenden Niederschläge in der Rheinebene allein eine Erklärung für die Vermehrung oder Verminderung der Grundwassermengen nicht ableiten kann. Also kommen wir zu einem negativen Resultat über den Zusammenhang von Niederschlägen und Grundwasserständen am gleichen Orte der Beobachtung in der Rheinebene, wie es schon aus den geologischen Bodenverhältnissen nach der Tatsache, daß auf weite Strecken eine Versickerung von oben her gar nicht möglich ist, gefolgert wurde. Ich bemerke nochmals, um ein etwaiges Mißverständnis auszuschließen, daß es sich bei diesen Betrachtungen zunächst nicht um oberflächlich oder doch in den obersten Schichten über undurchlässigen Schlicken oder Tonen sich ansammelndes Sickerwasser, sondern um das in tieferen Schichten zirkulierende Grundwasser, mit bestimmten Eigenschaften, handelt, daß die Ebene vom Odenwald bis zum Rhein erfüllt und nach diesem sich vorwärts bewegt. Die Bodenwässer über den undurchlässigen oberen Schichten müssen, je nach deren Tiefenlage in stärkerem oder geringerem Maße, mit den Niederschlägen fallen und steigen.

Ein gewisser Einfluß periodischer Niederschläge in der weiten Ebene vor dem Gebirge auf das Grundwasser muß indessen doch wohl vorhanden sein. Es mag sich dabei um die Versickerungsmengen aus Niederschlägen oder Bächen handeln, die in den höher gelegenen Terrassen, die von Schlick und eingelagerten Tonschichten frei sind, entstehen können. Sie füllen den Grundwasserstrom zeitweilig auf. Das scheint aus den alljährlich-periodischen Schwankungen des Grundwasserspiegels hervorzugehen. Man sieht an der unteren Schaulinie, daß ein periodisches Steigen und Fallen derartig ausgeprägt ist, daß immer in den Monaten Juli bis November oder auch bis Dezember

ein Tiefstand eintritt, der in der Regel, doch nicht immer, im September die geringste Höhe aufweist. Demgegenüber erreicht der Hochstand der Monate Dezember oder Januar bis April oder Mai gewöhnlich im März oder April den höchsten Stand. Betrachtet man dazu die Schaulinie der Niederschlagshöhen, so ist man abermals erstaunt, daß man auch hier nur sehr undeutlich den Zusammenhang erkennen kann. Man lernt daraus, daß die Menge der Niederschläge auch in diesem Fall allein nicht der ausschlaggebende Faktor für die Entstehung von Grundwasser sein kann, daß also ein erheblicher Unterschied besteht zwischen der Durchfeuchtung der oberen Bodenschichten mit Sickerwasser und der Entstehung des tiefer liegenden Grundwassers. Über die Vorgänge, die bei der Bildung des letzteren mitwirken, wie groß die Niederschlagsgebiete sind, die zu berücksichtigen sind und wie weit sie grundwasser-stromaufwärts liegen, inwieweit dabei die Temperaturen, und von diesen abhängig in beschränktem Maße auch Dampfströmungen und Kondensation, auf die neuerdings Mezger hingewiesen hat, von Einfluß sind, darüber herrscht noch beinahe vollständige Unklarheit. Für den Hochstand im Winter scheinen hauptsächlich die anhaltenden Niederschläge im Frühjahr und Sommer von Einfluß zu sein, es scheint, daß in dieser Zeit das Abziehen nach tieferen Schichten am stärksten vor sich gehen kann, während in dem im allgemeinen bei uns niederschlagsarmen Herbst und im eigentlichen Winter, wo der Boden wohl immer bis zu einer gewissen Tiefe gefroren ist, nur geringe Sickerwasser- und Grundwassermengen entstehen können; die tauenden Schnee- und Regenwässer gelangen da im wesentlichen zum oberflächlichen Abfluß. Da die Versickerung des Wassers außerordentlich langsam vor sich geht, und ebenso der Abfluß des Grundwassers in der Stromrichtung nur mit äusserst geringer Geschwindigkeit erfolgt, so können die Niederschlagsmengen immer erst nach einer gewissen Zeit am Grundwasserstand bemerkbar werden. Interessant ist auf unserer Tafel die Schaulinie des Jahres 1904. Das war ein an Niederschlägen und Bodenwasser besonders armes Jahr. Hier vermissen wir sogar das Ansteigen des Wasserspiegels, im Winter fast ganz, und da auch der Spätherbst besonders arm an Regen war, so sinkt im August und September des Jahres 1905 der Wasserspiegel besonders tief und erreicht den am längsten andauernden tiefsten Stand, der in der ganzen wasserarmen Periode seit 1892 eingetreten

ist. In den Jahren 1908 und 1909 ist zwar im allgemeinen der Wasserspiegel gestiegen. Aber trotz bedeutender Niederschlagshöhen von April bis August 1908 und von Juli bis September 1909 schwankt die Schaulinie nur sehr wenig. Es scheint fast, als wenn die sehr geringen Niederschläge von August bis April 1907/08 und von Oktober bis Mai 1908/09 die Erhöhung der Frühjahrskurven verhindert hätten.

Bei den säkularen Perioden ist das Aufsteigen der Schaulinie von 1897 bis 1902 sehr auffallend. Hier können größere Niederschläge in der Ebene während der wärmeren Jahreszeit nicht als genügende Erklärung für die Vermehrung der Grundwassermengen angesehen werden, vielmehr weisen die bisherigen Untersuchungen darauf hin, daß dafür die Niederschlagsverhältnisse und der Grad der Versickerung im Gebirge ausschlaggebend sind; daß also ein stärkerer Wasserauftrieb an den Randspalten des Odenwaldes vorhanden war und damit stärkere Speisung der tieferen Grundwasserstockwerke die Folge sein mußte.

Die Schwankungen des Grundwasserspiegels haben auf die Bewirtschaftung der Niederungen den größten Einfluß. Im hessischen Ried ist auch in der Nähe des Rheins in den trockensten Perioden der Wasserspiegel so tief gesunken gewesen, daß an vielen Stellen, die früher nur als Wiesenland bewirtschaftet werden konnten, mit Erfolg Ackerbau getrieben worden ist und daß ganz respektable Erträge erzielt worden sind. Mit dem Steigen des Grundwassers ersaufen diese Felder wieder. Die Absicht der Regierung in der trockensten Zeit, wo man am schnellsten und billigsten hätte bauen können, für Entwässerungswerke zu sorgen, die die Schäden des Grundwasserhochstandes bedeutend einzuschränken berufen gewesen wären, ist leider nicht zur Ausführung gekommen. Es ist bei einem großen Teil der Riedbevölkerung die Meinung verbreitet gewesen und noch verbreitet, der Rückgang des Grundwassers hänge mit der Wasserentnahme der großen Wasserwerke der Stadt Mannheim und der Zellstoffabrik Waldhof an der hessisch-badischen Grenze zusammen, und werde ein Aufsteigen nie wieder kommen, obwohl es den Sachverständigen ganz genau bekannt ist, daß diese Werke nur eine beschränkte lokale absaugende Wirkung ausüben können, die sich allerdings im Lampertheimer Bruch und im Viernheimer Wald sehr stark geltend macht. Tatsächliche Beobachtungen, sorgfältige Aufzeichnung und Ausarbeitung

der Resultate, nicht nur um die allgemeinen Perioden kennen zu lernen, sondern auch um den Einfluß der Grundwasserschwankungen auf besonders gefährdete Gebiete möglichst genau festzustellen, sind nach unserer Meinung dringend notwendig.

Seit einigen Jahren ist der Wasserspiegel wieder im Steigen, schon machen sich Nachteile geltend. Aber wie unsere Schaulinien zeigen, sind wir ja noch weit von dem Hochstande entfernt, der noch zu Anfang der 80er Jahre herrschte. Es ist auch nicht der geringste Grund für die Annahme vorhanden, daß ein solcher Hochstand nicht wieder eintreten könnte, er wird mit Sicherheit kommen und dann wird der starke Grundwasserauftrieb in den tiefstgelegenen Auen auf alle landwirtschaftlichen und sonstige praktischen und technischen Anlagen auch auf Wasser- und Dammbauten seine nachteilige Wirkung erneut ausüben.

Die Differenz, die seit 1880 zwischen dem höchsten und tiefsten Stand des Grundwasserspiegels beobachtet worden ist, beträgt an dem Brunnen des Darmstädter Wasserwerks etwas über 1,20 m, sie ist an manchen Stellen noch etwas größer gewesen. Das hat sich natürlich auch stark an den Brunnen der Ortschaften bemerkbar gemacht. Auch da glaubte die ländliche Bevölkerung nicht an die natürliche Ursache, sondern schob den Grund selbst kleineren Wasserwerken zu, die man geradezu zum Schadenersatz heranziehen wollte. So sollte, um ein Beispiel zu nennen, das kleine Wasserwerk der Irrenanstalt Hofheim bei Goddelau 1904 die Ursache für die Absenkung des Wasserspiegels in den Brunnen von Crumstadt sein. —

Viel stärker als in den ausgedehnten Ebenen macht sich im allgemeinen die Abhängigkeit der Wasserspiegelschwankungen von den Niederschlägen in kleineren, mehr lokal sich ausbreitenden Bodenwasserbecken oder -Strömen bemerkbar, wobei das Sickerwasser in den obersten Schichten, das noch nicht die Eigenschaften des Grundwassers besitzt, oftmals die ausschlaggebende Rolle spielt. Auf Tafel 3 und 4 sind die starken Wasserspiegelbewegungen eines Brunnens in der Stiftsstraße, an der Ecke der Erbacherstraße, nahe dem Elisabethenstift, dargestellt. Die Beobachtungen sind gleichfalls vom Darmstädter Wasserwerk ausgeführt worden.

Ich habe aus den vieljährigen Beobachtungen zwei Jahrgänge ausgewählt, in denen besonders starke periodische Schwankungen

zum Ausdruck kommen. Der Brunnen liegt mitten in der gepflasterten Straßenkreuzung, ein Zufluß unmittelbar von der Oberfläche her ist ausgeschlossen. Er liegt ziemlich hoch an dem Abhange der Mathildenhöhe, in dem unterirdischen Wasserabzug nach Südwest, der nach dem kleinen Grundwasserstrom in der Alluvion des alten Darmbaches vom großen Woog her hinabzieht. Der 9,24 m tiefe Brunnen steht nicht in Sand oder Kies, sondern ist durch den lockeren oberflächlichen Verwitterungsgrus des Darmstädter Granits, in dem das Wasser zirkuliert bis auf das anstehende niedergebracht. Nach diesen geologischen Verhältnissen und nach der Lage des Brunnens können nur die unmittelbaren Einflüsse der lokalen Witterungs- und Niederschlagsverhältnisse die Ursache für den Wechsel in der Bodenwassermenge sein. Als Einzugsgebiet kommt der Teil des ziemlich beschränkten Plateaus der Mathildenhöhe in Betracht, der nach dem Brunnen hin geneigt ist.

Betrachtet man nun die Schaulinien der Jahre 1905 und 1909, unter die ich zum Vergleiche die wöchentlichen Niederschlagshöhen einzeichnen ließ, so erkennt man bei dem Jahre 1909 nur undeutlich eine Abhängigkeit der oberen von der unteren Kurve. Immerhin scheint es, als ob mit etwa vierwöchentlicher Verzögerung das Ansteigen und Fallen des Wassers im Brunnen den Niederschlagshöhen folgten. Betrachtet man aber die Linien von 1905, so ist eine Abhängigkeit überhaupt nicht festzustellen. Die Niederschläge halten sich mit Ausnahme weniger Wochen sehr tief und erst im Herbst wird ihre Menge etwas größer. Aber für den hohen Wasserhochstand im Februar und noch weniger für den von Juni bis September ist aus den wöchentlichen Niederschlagsmengen eine Erklärung nicht zu erhalten*).

---

*) Zur Erklärung solcher schwierigen Verhältnisse fehlen uns noch grundlegende physikalische und hydrologisch-geologische Beobachtungen. Theoretische Erklärungsversuche liegen dagegen eine ganze Reihe vor, ohne daß einer befriedigen könnte und durch in der Natur systematisch angestellte Beobachtungen auch nur teilweise gestützt worden wäre. In neuester Zeit ist nun die Theorie von der unmittelbaren Entstehung von Bodenwasser durch Kondensation des Wasserdampfes im Boden aus der Atmosphäre von neuem erstanden, insofern in glücklicherer Form als früher, als die Begründung sich auf bekannte physikalische Vorgänge und auf einige richtige

Je höher die wasserundurchlässige Schicht liegt, um so mehr werden sich in den überlagernden Sand- und Kiesschichten oder in anderem durchlässigen Material in ähnlichen Fällen die Schwankungen ausprägen. Gerade das sind Verhältnisse, die auf engbebautem Gelände von recht nachteiligem Einfluß auf die Gesundheit der Bewohner sein können. Wenn auch die Ansichten über die Entstehung und Ausbreitung gewisser Krankheiten seit v. Pettenkofer eine wesentliche Wandlung erfahren haben, so kann man einer überreichlichen Bodenfeuchtigkeit in Städten und Dörfern doch sicher nicht jeden ungünstigen Einfluß auf die Gesundheit der Bewohner absprechen, namentlich, wenn solche Stellen, wie sich das in Städten zu entwickeln pflegt, wegen ihres geringeren Bodenwertes mit Kleinwohnungen für die ärmere Bevölkerung bebaut sind. Wird solch ein Untergrund von einem sich in ständiger Bewegung befindlichen Grundwasserstrom durchzogen, so ist das noch der bessere Fall, man

---

Beobachtungen stützt. Sie geht davon aus, daß das Dampfgefälle von der wärmeren nach der kälteren Stelle im Raume gerichtet ist und folgert richtig, daß das auch in den Hohlräumen, in Poren und Klüften des Bodens der Fall sein muß. Luftströmungen werden dabei verständigerweise ganz ausgeschaltet.

In größeren Hohlräumen, in Klüften und Spalten, sowie in stark porösen oberflächlichen Schichten entsteht zweifellos nach diesen Gesetzen unter geeigneten Verhältnissen Wasser. Es schlägt sich an den Gesteinen, in Schächten und Stollen, auch Felsenkellern und sonstigen kalten Räumen mit undurchlässigen Wänden nieder, sogar in Mengen, die zum Abfluß gelangen können. Die Theorie, daß im allgemeinen die Entstehung von Boden- und insbesondere auch von Grundwasser auf die Kondensation von Wasserdampf zurückzuführen sei, wobei allerdings deren Urheber (Mezger) die Entstehung von Bodenwasser auch durch Versickerung nicht ganz ausschließen wollte, ist von manchen Seiten geradezu mit Heißhunger aufgenommen worden und wird nun allenthalben da herangezogen, wo es schwierig ist, die Schwankungen des Bodenwassers zu erklären und wo sie sich, wie in unserem Falle des Brunnens an der Stiftsstraße und wie im Falle des berühmten v. Pettenkoferschen Brunnens im hygienischen Institut in München, der wirkliches Grundwasser zu enthalten scheint, nicht ohne weiteres

kann ihn oberhalb abfangen oder seinen Spiegel doch so senken, daß die nachteilige Wirkung eingeschränkt wird. Liegt aber eine Senke vor, in der sich über undurchlässigen Tonen oder Mergeln Wasser stagnierend sammelt und wegen der Tiefenlage nicht genügend entwässert werden kann, dann ist das ungünstiger. Müssen solche Stellen der Bebauung zugänglich gemacht werden, kann man sie nicht als öffentliche Plätze oder Anlagen verwenden, dann sollte wenigstens eine allzu dichte Besiedelung vermieden werden.

Wir haben bisher unsere Beispiele hauptsächlich vom Sickerwasser und Gesundwasser entnommen, aber das Steigen und Fallen des Wasserspiegels macht sich nicht allein an ihnen bemerkbar, auch das Schichtwasser in den Sandsteinen und das Kluftwasser in den dichten Sedimentgesteinen und Erruptivgesteinen unterliegen ihm unter bestimmten geologischen Verhältnissen. Das beobachtet man am auffallendsten an der Ergiebigkeit der Quellen. In der Zeit des

---

von den Niederschlagsbeobachtungen ableiten lassen. Sie ist sehr bequem, denn man ist mit der Vorstellung der Entstehung von Bodenwasser durch Kondensation der weiteren Mühe enthoben, die geologischen Verhältnisse zu untersuchen. Stehen Brunnen in mächtigen und weit ausgebreiteten Alluvionen, so hängt die Bewegung des Grundwasserspiegels von Umständen ab, die für jeden einzelnen Fall verschieden und zu untersuchen sind. Aufsteigendes Wasser, solches, das als Schicht- oder Kluftwasser seitlich eintritt usw., kann dabei eine Rolle spielen. Ist das Einzugsgebiet sehr weit, so muß infolge des langsamen Abflusses das Wasser an tiefergelegenen Orten mit entsprechender Verzögerung gegen die örtlichen Niederschlagsverhältnisse fallen oder steigen, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß oberhalb im Entstehungsgebiet ganz andere Bedingungen für die Niederschläge walten können, als an der Stelle, wo der Brunnen beobachtet wird.

Stehen Brunnen in schwer durchlässigen Böden oder in solchen, wo dünne, wasserführende zwischen undurchlässigen Schichten lagern, so ist die Aufklärung über die Schwankungen des Wasserspiegels äußerst schwierig. Wenn schwer durchlässige Schichten durchfeuchtet werden, quellen sie bei Vorhandensein von toniger Substanz auf, sie werden undurchlässig. Dann steht das Wasser über ihnen, jede Zirkulation ist ausgeschlossen, damit auch Kondensation in tiefere Schichten

Grundwassertiefstandes haben im Odenwalde, in Rheinhessen und im Vogelsberg sehr viele Quellen in ihrer Wasserschüttung nachgelassen, viele sind ganz ausgeblieben, und die Laufbrunnen in den Dörfern, die von ihnen gespeist wurden, sind zugleich mit dem Sickerwasser, das die vielfach schlechten Brunnen speiste, versiegt. Dieser Umstand war es, der das Verlangen nach Wasserleitungen und Gruppenwasserversorgungen in dem letzten Jahrzehnt so energisch entstehen ließ. Die großartigste Quellenwasserfassung, die in Hessen ausgeführt wurde, stellt das Inheidener Werk dar, wo etwa 25 000 cbm Wasser täglich mit artesischem Auftrieb aus einer Anzahl von Bohrbrunnen, die in den Basalt im Untergrunde des Horlofftales abgeteuft sind, entströmen. Die Herkunft dieser Wassermassen ist nicht bekannt, sie müssen ein weites Einzugsgebiet besitzen, das nach Schottlers Ansicht über einen wesentlichen Teil des westlichen Vogelsberges ausgedehnt sein dürfte. Es ist nicht allein ein wissenschaftliches Interesse, diese Verhältnisse zu erforschen, ein solches mit Millionen erbautes Werk muß auch geschützt werden, damit der Zufluß nicht verringert, oder auch nur verunreinigt wird, wie es durch industrielle Anlagen im Einzugsgebiet einmal der Fall sein könnte. Andrerseits erwächst aber auch eine Verpflichtung gegen die Bewohner jener Landschaft, im Laufe der Zeit durch Entwässerung etwa sich ergebende Schädigungen festzustellen. Das kann nur durch sorgfältige und dauernde Beobachtung unter Berücksichtigung der Zusammensetzung des Untergrundes erreicht werden. Denn es liegt sehr nahe, jede Veränderung des Wasserstandes auf Rechnung der Wasserentnahme zu setzen. Der Nachweis des Zusammenhanges kann im einzelnen Streitfalle nicht durch ein adhoc gefordertes Gutachten erbracht werden. Es ist darum notwendig, daß so schnell als möglich in jenem Gebiet Beobachtungen angeordnet werden, damit man wenigstens noch einige Anhaltspunkte über den Zustand vor dem Betriebsbeginn erhält. Auch in der Umgebung des Lauterer Werkes empfiehlt es sich, solche Beobachtungen anzustellen.

Über den Einfluß der großen Wasserwerke und über die übermäßige Entnahme von Grundwasser aus dem Boden, hat sich im Jahre 1909 W. Deecke im 137. Band der preußischen Jahrbücher geäußert. Es ist an dieser Stelle nicht möglich, im einzelnen auf seine Ausführungen einzugehen; er sieht in manchen Punkten sicher zu schwarz; er bezieht sich auch auf Pumpwerke, die nach seiner

Schilderung zu urteilen, fehlerhaft angelegt sind. Aber darin muß ich ihm beipflichten, daß einer rücksichtslosen Ausbeutung des Bodenwassers energisch vorgebeugt werden muß. Deutschland ist nicht am Ende seiner Entwicklung, wir wissen nicht, in welcher Weise die Bevölkerungszahl weiter steigen wird. Aber das ist sicher, daß einerseits der Zwang den landwirtschaftlichen Ertrag des Bodens noch weit mehr als bisher zu steigern unerbittlich auftreten wird, daß andererseits die Konzentrierung der Menschenmassen in den Städten immer größer und damit auch deren Wasserbedarf sich absolut und relativ steigern wird und daß sich endlich auch die industriellen Anlagen von Jahr zu Jahr vermehren werden, von denen diejenigen, die einen großen Wasserverbrauch haben, gezwungen sind, sich außerhalb der Städte in wasserreichen Gebieten anzusiedeln. Der Wert des Wassers wird also immer größer, damit wächst aber auch die Verpflichtung Haus zu halten. Wenn es auch unter den Boden- und Klimaverhältnissen Deutschlands nicht soweit kommen wird, daß eine Verödung gewisser Landflächen eintritt, wie Deecke befürchtet, so wird doch durch Wasserentziehung unter gewissen Umständen die Ertragsfähigkeit und damit der Wert des Landes sehr stark vermindert. Es können wertvolle Kulturen zerstört werden, geringwertigere müssen an ihre Stelle treten. Wenn man sich nun auch bei Trinkwasserwerken durch Schadenersatzforderungen in Form einer Rente zu schützen sucht, so wird das doch in vielen Fällen keineswegs ein wirklicher und dauernder Ausgleich für den entstehenden Schaden sein, besonders, wenn größere Flächen Ackerland ihrer Bestimmung entzogen werden und dieses Gelände dann doch auch für industrielle Anlagen wegen des Wassermangels und der Verpflichtung den Boden nicht zu verunreinigen nicht mehr verwertet werden kann. Es ist nicht angängig, daß zu Gunsten einer großen Stadt das Land im Umkreise von vielen Kilometern vom Wasser geradezu entblößt wird. Hat eine Stadt einen solch enormen Wasserbedarf, so muß sie dafür sorgen, daß alle Verschwendung mit dem wertvollen Trinkwasser vermieden wird und daß nötigenfalls Trink- und Nutzwasser getrennt gepumpt werden, wobei das Nutzwasser einem offenen Wasserbecken oder Strom entnommen, gefiltert und gereinigt werden mag.

Eine Aufgabe der staatlichen Behörden muß es werden, die Einflüsse der Wasserentnahmen zu studieren. Nicht immer müssen das

übrigens Nachteile sein, es kommt an einzelnen Stellen auch vor, daß durch Wasserspiegelabsenkung der Boden verbessert wird. Die Beobachtungen kommen zu spät, wenn eventuell nachteilige Folgen schon eingetreten sind. Kennt man andererseits eine Landfläche nach ihren Boden- und Wasserverhältnissen genau, so ist man dann auch in der Lage bei der Aufschließung z. B. für industrielle Ausnützung mit der größten Schonung der bestehenden Werte und des benachbarten Geländes vorzugehen.

Besondere Untersuchungen sind notwendig zur Feststellung des Einflusses des Grundwassers in einiger Tiefe und des oberflächlichen Sickerwassers auf die Wurzeln der Obst- und Waldbäume. Weit und breit tritt die irrige Ansicht auf, daß die feinen Baumwurzeln im wesentlichen nur etwa 2—3 m unter die Oberfläche eindringen. Die Bewurzelungstiefe ist selbst bei der gleichen Baumart sehr verschieden. Sie hängt vom Wasser- und Nährstoffgehalt, von Verlehmungszonen im Sand und Löß, aber auch vom Luftgehalt des Bodens ab; die Fälle sind nicht selten, wo feine Wurzeln in geeigneten Schichten 8 m tief und auch noch tiefer angetroffen werden. In das stehende oder fließende Grundwasser selbst, oder bis in die Zone, in die solches kapillar emporgezogen wird, schicken nur ganz wenige Bäume ihre Wurzeln, vielleicht nur Erlen oder Eschen.

Wenn das Interesse für diese land- und forstwirtschaftlich doch recht wichtigen Fragen erstarkt ist, wird man vielleicht auch darauf zukommen, in Forst- und Obstgärten entsprechende Kulturversuche anzustellen. Die können aber nur dann für die Bodenkunde zu einem Ziele führen, wenn die geologischen und hydrologischen Verhältnisse des Untergrundes vorher festgestellt und dauernd weiter beobachtet werden. Das ist eine Aufgabe, die vom Forstmann, Landwirt und Geologen, auch dem Chemiker gemeinsam gelöst werden muß. Sie würde den Weg für wichtige Verständigungen und den praktischen Ausbau der geologischen Landesuntersuchungen anbahnen. Alle Teile würden dabei lernen und die Methoden der chemischen und physikalischen Bodenuntersuchung würden vielleicht eine Wandlung erfahren, so daß ihre Resultate auch für den kleinen Mann verständlich und praktisch verwertbar werden.

Ein aufmerksames Studium erfordern die rechtlichen Fragen über den Besitz und Schutz von Grundwasser, über Beeinträchtigung

durch Wasserentziehung und Verunreinigung. Die Wassergesetzgebung ist im wesentlichen den einzelnen Staaten vorbehalten, soweit für das Besitzrecht nicht Bestimmungen des Bürgerlichen Gesetzbuches in Betracht kommen. Die älteren bestehenden Gesetze beschränken sich auf die oberflächlichen Wasserläufe, also angefangen mit dem Wasseraustritt aus der Quelle. Über das Wasser, das sich unter der Oberfläche bewegt, sind gesetzliche Bestimmungen und Beschränkung der Ausnutzung nur in der Nähe von wenigen Mineralquellen erlassen worden. In neuerer Zeit bemerkt man jedoch lebhaft das Streben nach Ausdehnung der Bestimmungen des Wasserrechtes auch auf das Bodenwasser. In einigen Staaten sind sogar Gesetze in Vorbereitung. Die Forderungen danach müssen mit der Zunahme des Wertes des Bodenwassers immer stärker werden und an der Zahl und Schwierigkeit der die Gerichte beschäftigenden Prozesse kann der Eingeweihte sehr wohl den Mangel an klaren Bestimmungen fühlen. Die Richter befinden sich in einer sehr unangenehmen Lage, denn sie sind bei der großen Schwierigkeit des Objektes, das in den meisten Fällen ein ganz eingehendes hydrologisches und geologisches Studium erfordert, fast ganz auf Sachverständige angewiesen.

Der Begriff der „Sachverständigen" ist aber leider ein so ausgedehnter und es hängt so von Zufälligkeiten ab, wer dem Richter als Vertrauensmann und Gehilfe von den Parteien vorgeschlagen wird, daß die auf Grund der Gutachten sich ergebenden Entscheidungen keineswegs immer dem rechtlichen Empfinden und vielleicht öfter, als man anzunehmen geneigt ist, auch nicht den rechtlichen Verhältnissen entsprechen. Es ist in vielen Fällen geradezu unmöglich, den wirklichen Sachverhalt in einwandfreier Weise aufzuhellen. Auch der erfahrendste und vorsichtigste Sachverständige muß sich bei seinen Schlußfolgerungen in der Regel auf älteres Beobachtungsmaterial stützen. Da solches über die Verhältnisse der Bodenwasservorgänge im allgemeinen nicht vorzuliegen pflegt, und nach der Beschaffenheit und den ständig wechselnden Verhältnissen des Objektes auch nicht mehr nachgeholt werden kann, so ist der Gutachter auf Wahrscheinlichkeitsgründe angewiesen, deren Wert sich nach seiner Erfahrung und seinen Kenntnissen richtet. Zeugenvernehmen ergeben erfahrungsgemäß in Wassersachen ein sehr unzuverlässiges Bild. Denn trotz besten Willens, nur Richtiges zu bekunden, spielen Beobachtungsfähigkeit und

persönliches Empfinden des Zeugen stets eine große Rolle. Vor allen Dingen werden aber die Beobachtungen, namentlich über Grundwassermengen von Laien in oft erstaunlicher Weise überschätzt und falsch beurteilt.

Tritt man nun jetzt an die Aufgabe heran ein Gesetz auszuarbeiten, das wenigstens eine Anzahl rechtlicher Fragen über das unterirdische Wasser regelt, so bin ich fest davon überzeugt, daß die Lösung nicht den Erwartungen und Bedürfnissen in der gewünschten Weise entsprechen wird, selbst wenn in hydrologischen Forschungen erfahrene Geologen, Ingenieure und Hygieniker daran mitarbeiten. Es fehlt an Vorarbeiten. Das macht sich auch bei den jüngsten Gesetzen, die wenigstens zu einem Teile die unterirdischen Gewässer berücksichtigen (Württemberg, Bayern usw.), bemerkbar. Schon die Festlegung des Rechtsbegriffes über den Besitz des Bodenwassers muß auf ganz erhebliche Schwierigkeiten stoßen. Denn das Wasser bewegt sich bei den Bodenwasserströmen unter einem Grundstück fort, es lagert nicht fest, wie die z. B. dem Bergregal unterstellten Bodenschätze. Die Gesetze dieser Bewegung sind noch nicht genügend bekannt. Die technischen Forschungen auf dem Gebiete des Wasserbaues und der Wasserversorgung haben uns allerdings vieles gelehrt. Aber die Kenntnis bezieht sich naturgemäß hauptsächlich auf die oberen Schichten. Ob in der Tiefe die Bewegung die gleiche ist, und welche Rolle der Wasserauftrieb spielt, ist bei großen Grundwasserströmen nahezu unbekannt. Wir wissen, daß chemisch ganz verschiedene Wasserstockwerke übereinander lagern und müssen schließen, daß sie verschiedener Entstehung sind. Wie sie aufeinander einwirken, wie sie den oberflächlichen Stand beeinflussen, das sind großenteiles offene Fragen. Die Bodengewässer, die sich in der Tiefe unter der Oberfläche eines Grundstückes befinden, sind in sehr vielen Fällen nicht durch Versickerung aus Niederschlägen auf dasselbe entstanden. Sie können von weither kommen und ihr Einzugsgebiet wird oft gar nicht ohne weiteres zu bestimmen sein. Aber auch der Stand des Bodenwasserspiegels, an den man sich zunächst halten wird, ist kein einwandfreies Kriterium, denn er wechselt, und das tut er in Abhängigkeit von elementaren Erscheinungen, über die wir wissenschaftlich ebenfalls nicht entfernt in genügendem Maße aufgeklärt sind. Bei jeder Wasserentnahme aus dem Boden ist eine Spiegelsenkung die Folge, es entsteht

ein Absenkungstrichter, dessen Ausdehnung von der entnommenen Menge und von der Korngröße und dem Grade der Durchlässsigkeit der wasserführenden Schichten abhängt. Faßt man z. B. den Begriff des Besitzes so, daß die Absenkung die Grenze des wirklichen Landeigentums nicht überschreiten darf, so werden damit alle Wasserwerke, alle Fabriken usw., die einen stärkeren Wasserverbrauch haben, gezwungen, enorme Entschädigungen zu bezahlen, oder um dem aus dem Wege zu gehen, ungeheure Flächen anzukaufen, wodurch die Rentablität solcher Werke umsomehr in Frage gestellt werden muß, als die Grundstückspreise dann ins Ungemessene zu steigen pflegen. Wie soll denn aber im Voraus der Umfang des Landerwerbes festgestellt werden? Das wird noch erschwert, als z. B. die Folgen einer säkularen Spiegelsenkung, wenn deren Betrag nicht ganz genau durch einwandfreie jahrzehntelange Beobachtungen festgestellt ist, sicher dem Wasserwerke zur Last gelegt werden. Es wird dann nicht selten der Fall eintreten, daß nach ihrem Wassergehalt wertvolle Gelände, z. B. für industrielle Anlagen oder städtische Wasserwerke, nicht erschlossen werden können, weil sie nicht mehr zu bezahlen sind und vielleicht weil nur ein Besitzer alle Pläne durchkreuzt. Der dadurch entstehende Schaden kann die Allgemeinheit sehr empfindlich treffen, denn Staaten und Gemeinden haben das größte Interesse daran, steuerkräftige Industrien zu unterstützen. Es ist ferner folgende Frage zu berücksichtigen. Die offenen Wasserläufe und viele stehenden Gewässer sind öffentlicher Besitz. Sehr viele von ihnen und zwar auch größere Flüsse und Ströme werden nicht allein durch die oberflächlichen Zuflüsse, sondern auch durch das Grundwasser gespeist. Der Zufluß des letzteren ist weit größer bei manchen Flüssen und Seen als der Laie anzunehmen geneigt ist. Tritt eine Entziehung auch in wasserreichen Zeiten nicht merklich in Erscheinung, so kann sie in Trockenheitsperioden um so empfindlicher werden. Es kann also ein erhebliches öffentliches Interesse vorliegen, daß solche Grundwasserzuführung nicht beschränkt oder geradezu unterbunden wird, denn es kann sogar bei stark durchlässigem Untergrund der Fall eintreten, daß das Wassergefälle umgekehrt wird und Flußwasser in erheblichem Betrage versickert, sodaß z. B. Teiche oder kleinere Seen, auch kleinere Bäche ganz verschwinden. Wo liegt nun in solchem Falle die Grenze am Besitz? Der Eigentümer, dessen Grundstück vom Bodenwasser

durchflossen wird, ist doch keinesfalls auch alleiniger Eigentümer dieses Bodenwassers, das er nicht festhalten kann und das auch anderen Besitz in seinem Werte beeinflußt.

Weitere Schwierigkeiten entstehen bei Feststellung der Schadenersatzpflicht. Wenn ein wirklich nachweisbarer Schaden entsteht, z. B. durch Entwertung von Ackerland oder Trockenlegung von Brunnen, so ist vom allgemeinen Rechtsstandpunkte aus die Frage rasch entschieden. Wie wird der Schaden aber in seinem Umfange nachgewiesen? Die Tatsache der Wasserspiegelabsenkung genügt dazu nicht allein, die kann, wie ich schon erwähnte, auch ohne Schaden und sogar von Nutzen sein. Da können nur Beobachtung und Erfahrung helfen und diese müssen durch sorgfältige Untersuchungen wohl gesammelt werden, sodaß durch die sachverständigen staatlichen Behörden Schäden einwandfrei erkannt und beurteilt werden können.

Ein anderes, viel umstrittenes Thema bilden die gesetzlichen Bestimmungen über die hygienische Beschaffenheit des Wassers. Jeder Wasserfachmann weiß die Wichtigkeit und Notwendigkeit der chemischen und bakteriologischen Überwachung namentlich bei Trinkwasser zu schätzen. Allein die Beurteilung eines Wassers und eines Werkes darf nicht einseitig nach gewissen sogenannten „Normalzahlen“ und nach einzelnen gesetzlichen Bestimmungen ausgeübt werden. Im einzelnen Falle kann die Beschaffenheit sehr wohl von bestimmten Normen abweichen, ohne daß eine Gefahr beim Genuß besteht. Ich erwähne z. B. den Gehalt an Kochsalz und organischen Substanzen, die keineswegs immer die Folge von Verunreinigungen und schädlich sein müssen. Der Chlorgehalt kann mineralischen Ursprungs sein, wie er in der Nähe von tektonisch stark gestörten geologischen Lagerungsverhältnissen durch Mineralquellen, die auf Spalten emporkommen, z. B. in das Grundwasser, eingeführt sein kann. Die organische Substanz rührt vielfach von verkohltem oder vertorftem Holz her, das in den meisten diluvialen Flußterrassen als Einschwemmung vorkommt. Sind Eisen und Mangan im Wasser vorhanden, so ist oft ein geringer Gehalt an Schwefelwasserstoff als Begleiter zu beobachten, der trotz seines üblen Geruches nicht aus Fäulnisstoffen entstanden ist. So ist auch auf diesem Feld der Beurteilung eine gewisse Erfahrung erforderlich, die hydrologische, geologische und chemisch-technische Verhältnisse gleichmäßig berücksichtigt. Auch

der Gesetzgeber muß solchen Erfahrungen Rechnung tragen, die die Beurteilung besonderer Fälle, die gerade auf diesem Gebiete recht häufig sind, ohne Härte ermöglichen. Wenn sich also die Notwendigkeit herausstellt — und diese muß kommen — mit gesetzlichen Bestimmungen die Besitz-, Schutz- und Nutzungsverhältnisse der unterirdischen Gewässer zu regeln, so ist ein dauerndes Studium der hydrologischen Vorgänge im Boden eine unerläßliche Bedingung. Die gesammelte Erfahrung muß die Grundlage für Verbesserungen und Erweiterungen der Gesetze sein; sie muß auch die Grundlage für Maßregeln bilden, die etwa entstehende Schäden und Gefahren wieder beseitigen oder auch rechtzeitig zu verhindern geeignet sind.

Mit der Aufstellung allgemeiner Gesichtspunkte, wie sie Deecke und Keilhack vorschlagen, nach denen etwa die Verwaltungsbehörden handeln sollen, deren Anwendung je nach der Ansicht des entscheidenden Verwaltungsbeamten in verschiedenen Provinzen verschieden sein kann, mit allgemein gehaltenen Verboten, bei denen die Gefahr entstehen kann, daß sie nur einseitige Interessen berücksichtigen, wird das Ziel, das Bodenwasser zu schützen, allein nicht erreicht. Ganz entgegengesetzte Interessen stehen sich gegenüber: hier die Forderungen der Land- und Forstwirtschaft, dort diejenigen der großen Städte und Industrien. Alle müssen leben und emporstreben, allen muß der Staat gerecht werden. Die Entscheidung über die Zulässigkeit von Wasserstauanlagen, Bewässerung und Entwässerung sowie Entnahme von Grundwasser muß naturgemäß nach der verschiedenen geologischen und hydrologischen Beschaffenheit der die Werke in weitem Umkreis umgebenden Landschaften verschieden sein. Eine richtige Beurteilung kann darum nur auf Grund von Untersuchungen und Beobachtungen gewonnen werden, die in sachverständiger Weise angeordnet und durchgeführt sind.

Die Fülle von Arbeit, die zur Aufklärung der berührten Fragen und noch anderer gefordert wird, kann nicht von Einzelnen geleistet werden. Es muß die Aufgabe des Staates sein, alle die Organe zur Mitarbeit heranzuziehen, die nach ihrem Interessenkreis dazu geeignet sind. Von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus muß das Ganze geleitet werden.

Die Ausführungen, die ich im Vorstehenden gemacht habe, sollen keinen Anspruch auf erschöpfende Behandlung erheben. Ich habe

nur versucht, einen Einblick in das weite Arbeitsgebiet zu geben und die Notwendigkeit darzulegen, Untersuchungen über die hydrologischen Vorgänge im Boden regelmäßig und im größeren Maßstabe, und zwar so schnell als möglich, in Angriff zu nehmen.

Wir sind in Hessen keineswegs ohne Vorarbeiten. Ich habe wie schon bei anderen wissenschaftlichen Arbeiten auch für diesen Vortrag die wertvollen Beobachtungen des Darmstädter Wasserwerks benutzt. In Mainz am städtischen Wasserwerk sind gleichfalls schätzenswerte Aufzeichnungen zu suchen, die die Wasserstände der Brunnen im Mönchwald betreffen; sie sind, soweit mir bekannt, alljährlich mehrere Male gemessen worden.

Viele wichtige Beobachtungen, die für manche der angeregten Fragen von Bedeutung sind, die z. B. den Einfluß der Rheinwasserstände auf das Grundwasser im Ried beleuchten, werden seit Jahren bei den Großherzoglichen Wasserbaubehörden und bei den Dammbaubehörden aufgezeichnet.

Die Aufgabe der Überwachung der kleineren Gewässer des Landes ist den Großherzoglichen Kulturinspektionen gestellt. Eine Reihe von Quellen sind von ihnen regelmäßig beobachtet worden; aber auch für die Zwecke des Wiesenbaues sind ja immer Bodenwasserbeobachtungen erforderlich, die zwar im wesentlichen wohl auf das Sickerwasser der obersten Schichten beschränkt sind, die aber doch recht wertvolle Anhaltspunkte über die hydrologische Beschaffenheit manches Bodens zu geben geeignet sein werden. Eine wertvolle Grundwasserbeobachtung wurde durch die Kulturinspektion Darmstadt im südlichsten Teile des hessischen Riedes, allerdings schon vor längerer Zeit ausgeführt, die einen Einblick in die Beeinflussung der Grundwasserströme durch die erwähnten großen Wasserwerke an der badisch-hessischen Grenze gibt.

Soweit uns bei der geologischen Landesaufnahme solche hydrologisch-geologischen Beobachtungen zugänglich waren, sind sie seit Bestehen der hessischen geologischen Anstalt berücksichtigt und in den Erläuterungen zu den Karten beschrieben worden. Ähnlich wie es bei den benachbarten badischen Aufnahmen gehandhabt wird.

Ich muß ferner bemerken, daß mir das größte Interesse für alle Grundwasserfragen von den Großherzoglichen Forstbehörden entgegengebracht worden ist, und daß mir der Vorsitzende der Abteilung für

Forst- und Kameralverwaltung des Großherzoglichen Finanzministeriums schon seit zehn Jahren viele Unterredungen gewährt und manchen Rat für meine Untersuchungen gegeben hat.

Es entsteht nun die Frage, was kann in Hessen für die Zukunft geschehen, um die hydrologische Untersuchung der Böden und der unterirdischen Gewässer zu fördern?

Es ist aus praktischen und wissenschaftlichen Gründen unmöglich, an alle Aufgaben auf einmal heranzutreten; wir können nur Schritt für Schritt vorgehen, um zunächst an den wichtigsten Stellen regelmäßige Beobachtungen einzurichten und um eine Anzahl Mitarbeiter heranzuziehen, die auch selbst ein Interesse an der Erforschung der angeregten Probleme haben. Die allmählige Ausdehnung der Arbeiten wird sich ferner danach richten müssen, welche Kosten entstehen und welche Mittel aufgewendet werden können. Unbedingt notwendig ist es, daß die Beobachtungen nach wissenschaftlichen Grundsätzen erfolgen. Die Bodenverhältnisse und die in ihnen auftretenden Wasserarten, müssen, soweit irgend möglich, getrennt behandelt werden. Sickerwasser, Grundwasser, Schichtwasser, Kluftwasser, Spaltenwasser usw., haben ganz verschiedene Art der Entstehung und verschiedene Eigenschaften. Nur gleichartiges darf zusammengefaßt werden, wenn keine Fehler in den Schlußfolgerungen entstehen sollen.

Da das hessische Ried ein geradezu klassisches Gebiet zum Studium des Grundwassers ist, da ferner in ihm schon viele Untersuchungen angestellt sind, da endlich im Interesse der Land- und Forstwirtschaft in dieser nach vielen Seiten hin begünstigten Landschaft, im Interesse des Strombaues und für die Entstehung von industriellen Anlagen die Erforschung am dringendsten zu sein scheint, empfiehlt es sich, in ihm baldigst eine Anzahl von Beobachtungspunkten einzurichten, wobei die mitwirkenden Behörden um die Empfehlung geeigneter Beobachter anzugehen sind. Die Zahl der Beobachtungsorte muß einer speziellen Beratung vorbehalten bleiben. Ebenso erscheint es aus den im vorstehenden angeführten Gründen notwendig, in Oberhessen in der Umgebung des Lauterer und besonders des Inheidener Pumpwerkes so schnell als möglich eine Anzahl von Beobachtungsstellen auszuwählen und regelmäßige Messungen anzuordnen. Weitere Beobachtungsorte sind allmählig zu bestellen, sodaß nach und nach die wichtigsten Gebiete einbezogen werden. Für die

nötige Kontrolle werden zweckmäßig die Vorstände der mitwirkenden Behörden angegangen, besorgt zu sein. Auch Straßenmeister könnten herangezogen werden.

Da es sich bei der Verarbeitung des Beobachtungsmaterials in hohem Maße gerade um geologische Fragen handelt, so schlagen wir vor, an der Großherzoglichen Geologischen Landesanstalt ein Archiv zu errichten, in dem das gesamte Material vereinigt wird und an bestimmten Terminen einzureichen ist. Eine einheitliche Art der Aufzeichnungen nach vorgedruckten Formularen ist zweckmäß anzuordnen damit unnötige Schreibarbeit vermieden wird und die Tabellen ohne Umschrift dem Archiv eingereicht werden können.

An die Städte, die über Wasserwerke verfügen, wird die Bitte zu richten sein, sich an den Beobachtungen zu beteiligen und soweit tunlich, sich den vereinbarten Vorschriften über die Art der Beobachtungen anzuschließen.

Die Beobachtungspunkte müssen durch Nivellement festgelegt werden. Diese Arbeit könnte vielleicht auf die Forstbehörden, Wasserbaubehörden, Kulturinspektionen und das Katasteramt verteilt werden.

Es erscheint nach unserer Meinung notwendig, daß ein einheitlicher Plan, an den sich alle mitwirkenden Behörden zu halten haben, von den Großherzoglichen Ministerien aufgestellt wird, damit die Arbeit sich nicht zeitweise so häuft, daß andere Geschäfte darunter leiden, damit aber auch andererseits kein Nachlassen in den Beobachtungen eintritt; denn nur durch Regelmäßigkeit und peinliche Sorgfalt können langjährige Beobachtungsreihen und Resultate erzielt werden, die die Grundlage zu wissenschaftlichen und praktischen Untersuchungen abgeben können.

Chemische Untersuchungen werden zur Aufklärung über die Herkunft mancher Gewässer unbedingt notwendig werden. Solche sind indessen nicht ohne Kosten zu erhalten. Es wird also zu erwägen sein, wie einige Mittel für diesen Zweck bereitgestellt werden können.

Das verlangte Material ist alljährlich in Tabellen zusammenzustellen, wenn nötig mit Erläuterungen zu versehen und im Notizblatt des Vereins für Erdkunde und der geologischen Landesanstalt zu veröffentlichen. Diejenigen Beobachtungsergebnisse, die im Zusammenhang mit den meteorologischen Verhältnissen ein allgemeines Interesse

besitzen, werden dem hydrographischen Büro des Großherzoglichen Finanzministeriums zur gleichzeitigen Mitteilung an geeigneter Stelle zur Verfügung gestellt.

Es ist ferner zu erwägen, ob es nicht zweckmäßig wäre, auch den kleineren Wasserwerken die Verpflichtung aufzuerlegen, gewisse Brunnen regelmäßig zu beobachten. Dieses Material, das für das Studium lokaler Verhältnisse von Interesse ist, würde von den Großherzoglichen Kulturinspektionen aufzusammeln und zu registrieren sein. Die geologischen Verhältnisse solcher Beobachtungsstellen müssen auch hier festgestellt werden, daß man kennen lernt, welcher Art das Wasser in ihnen ist und inwieweit ein unmittelbarer Zusammenhang mit den Brunnen der Wasserwerke selbst besteht.

Der Ausbau der Bodenuntersuchungen, die Bestimmung der Wasseraufnahmefähigkeit und andere Eigenschaften bedeuten eine Aufgabe, die nicht gelegentlich und nebenher betrieben werden kann. Solche Arbeiten beschäftigen ihren Mann vollständig, und das umsomehr, als es unbedingt notwendig ist, wie ich in meinen früheren Ausführungen schon hervorgehoben habe, die vorhandenen Arbeitsmethoden auszubauen und neue Wege zu finden. Es wird wohl in absehbarer Zeit nicht möglich sein, in Hessen besondere Arbeitskräfte für diesen Zweck einzustellen. Wohl aber scheint uns der Weg gangbar, daß sich im Auftrage ihrer vorgesetzten Behörden geeignete Herren aus den Ressorts der Landwirtschaft und Forstverwaltung solchen Aufgaben zeitweise und zwar in selbständiger Arbeit widmen, unter Anleitung und Mitwirkung der geologischen Landesanstalt und unter Benutzung ihrer Hilfsmittel.

Würden solche Herren, wie man es in Württemberg erfolgreich versucht, zeitweise mit solchen Forschungen und der Mitarbeit an der genannten Anstalt beauftragt, so würde ihre Tätigkeit im wissenschaftlichen und praktischen Interesse gewiß wertvolle Ergebnisse zur Folge haben.

Bericht.

Herr Ministerialrat Hölzinger: Ich danke Herrn Bergrat Dr. Steuer bestens für seine interessanten Ausführungen und eröffne die Besprechung.

Herr Geheimer Oberbaurat Imroth: Ich möchte erklären, daß die staatliche Wasserbauverwaltung gerne bereit ist, an den Beobachtungen mitzuwirken, und daß sie dies, soweit ihr Gelegenheit gegeben war, auch bereits getan hat. Man kann aber zu der Sache noch keine endgültige Stellung nehmen, weil ein Arbeitsplan darüber, was und wo beobachtet werden soll, noch nicht vorliegt. Ich glaube, daß man die Einzelheiten in dieser, wenn ich so sagen darf, allgemeinen Kommission wohl schwerlich wird beraten können. Es wird sich empfehlen, vielleicht eine engere Kommission einzusetzen, in der der Herr Referent spezielle Vorschläge machen kann, und daß man dort Beschlüsse über die Verteilung der Stationen und über die auszuführenden Beobachtungen faßt.

Herr Bergrat Professor Dr. Steuer. Das ist ja gar nicht möglich gewesen, schon heute mit speziellen Vorschlägen herauszutreten. Es handelt sich bei der heutigen Sitzung in erster Linie darum, ob es überhaupt durchführbar ist, einen Beobachtungsdienst in der von mir vorgeschlagenen Weise in Hessen einzurichten, und dann zu erfahren, ob die verschiedenen Behörden, die ein Interesse an der Erforschung des Bodenwassers haben, auch bereit sind, geeignete, ihnen unterstellte Beamte mit den gewünschten Arbeiten zu beauftragen. Wenn wir Beobachter anstellen, müssen das Leute sein, die ihre Aufgabe zuverlässig und regelmäßig erfüllen. Dazu empfehlen sich besonders Beamte, die von ihrer vorgesetzten Behörde dienstlich herangezogen werden können. Man könnte ja auch an freiwillige Mitarbeiter denken, allein, da ist große Vorsicht geboten, da hat mancher Ferien oder Urlaub und während dieser Zeit unterbleiben die Aufzeichnungen oder

werden unzuverlässig ausgeführt, andere verlieren nach einiger Zeit das Interesse, weil nicht gleich greifbare Resultate erzielt werden und haben dann keine Lust mehr den Dienst zu verrichten. Das ist bedenklich, denn nur durch langjährige, regelmäßig und zuverlässig gewonnene Beobachtungsreihen lassen sich die Grundlagen für praktisch und wissenschaftlich wertvolle Schlußfolgerungen schaffen. Sehr wohl wäre aber nach meiner Meinung einwandfreies Beobachtungsmaterial ohne wesentliche Kosten zu erreichen, wenn z. B. Förster oder zuverlässige Forstwarte, die im Walde oder vor den Orten wohnen, dauernd Brunnenbeobachtungen durchführen. Es gibt ebenso Dammwärterwohnungen, vornehmlich am Rhein, die abseits gelegen sind, deren Brunnen zweckmäßig beobachtet werden könnten. Man könnte ferner an gewissen Stellen Bohrlöcher in die Beobachtung einbeziehen. Ich vermute z. B., daß die Stadt Mainz kein wesentliches Interesse mehr an der Beobachtung der zahlreichen Bohrlöcher im Mönchswald hat; es wäre aber sehr wichtig an einigen von diesen die Wasserstände weiter messen zu lassen, um die bereits vorhandenen langjährigen Aufzeichnungen fortzusetzen, die uns z. B. über die Einflüsse der Wasserentnahme durch die Wasserwerke im Frankfurter Wald unterrichten.

Bei der Auswahl der Beobachtungsstellen können wir nur allmählig vorgehen. Es werden zunächst nur eine geringere Anzahl über das Land verteilt und nach und nach wird deren Vermehrung vorgenommen, so daß dann ein Netz entsteht, das je nach den Boden- und wirtschaftlichen Verhältnissen dichter oder weiter werden wird. Gehen wir sofort mit einem großen Apparat vor, so werden besondere Arbeitskräfte notwendig und die Durchführung eines geeigneten Arbeitsplanes wird dann an den fehlenden Mitteln scheitern. Demgegenüber denke ich mir, könnte sich der Beobachtungsdienst mit geringen Mitteln erreichen lassen, wenn die Großherzoglichen Forst- und Wasserbaubehörden und die Kulturinspektionen ihre wertvolle Mitwirkung in Aussicht stellen wollten. Da sind immer befähigte Leute da, die sichere Beobachtungen ausführen und auch deren Kontrolle übernehmen könnten. Man wäre dann in der Lage, nicht nur in der Rheinebene sondern auch im Vogelsberg und Odenwald an geeigneten Stellen Beobachter zu ernennen. Das regelmäßige Messen in den Gebirgen ist nach meiner Meinung von großem Werte namentlich im

Zusammenhang mit Beobachtungen über Niederschläge und Temperatur. Wir wissen noch außerordentlich wenig davon, in welcher Weise die Entstehung von Bodenwasser von den herrschenden meteorologischen Verhältnissen abhängig ist, aber gerade das ist ja die grundlegende Frage für alle weiteren praktischen und wissenschaftlichen Schlußfolgerungen. Ich hoffe, daß wir bei solchen Forschungen schon einen großen Schritt vorwärts tun, wenn wir anfangs auch nur über eine beschränkte Anzahl von regelmäßigen Beobachtungen, aber an wichtigen Stellen, verfügen, und wenn es nur 10 oder 20 wären.

Ich bitte also den Herrn Vorsitzenden zunächst eine Aussprache darüber herbeizuführen, ob die Großherzoglichen Ministerien gewillt sind, die einzelnen Behörden zur Mitarbeitung heranzuziehen, und welche Arbeitskräfte zur Verfügung gestellt werden können. Später sollen dann die Orte bestimmt werden und auch neue Beobachtungsstellen durch Bohrlöcher erschlossen werden. Wenn wir eine ständige Grundwasserbeobachtung einrichten, so muß sie gut und zuverlässig werden. Wie sie dann allmählig ausgebaut werden muß, wird sich von selbst ergeben.

Herr Geheimerat Wilbrand: Ich darf die regste Mitarbeit der Forstverwaltung in Aussicht stellen und besonders auch die sämtlicher Behörden des Finanzministeriums. Ich hatte heute eine Besprechung mit dem Herrn Finanzminister Dr. Braun, der das lebhafteste Interesse gezeigt und bedauert hat, wegen seiner Krankheit nicht an der Besprechung teilnehmen zu können.

Es ist ein vollständiges Netz von Oberförstereien über das Land gespannt. Diese haben Personal, welches täglich den Wald begeht und welches die Stationen täglich besuchen und Aufnahmen machen kann. Ich bitte, über uns verfügen zu wollen.

Herr Ministerialrat Hölzinger: Bezüglich der Kulturinspektionen ist das ebenfalls möglich. Es wird sich nun sehr fragen, wie die finanzielle Seite sich stellt. Man müßte darüber einen besonderen Voranschlag haben.

Herr Bergrat Professor Dr. Steuer: Kosten entstehen in erster Linie durch die Reisen.

Herr Ministerialrat Hölzinger: Müssen da besondere Reisen gemacht werden, können die Beobachtungen nicht gelegentlich gemacht werden?

Herr Bergrat Professor Dr. Steuer: Besondere Reisen werden sich nicht ganz vermeiden lassen, sie werden aber in so hoher Zahl nicht notwendig werden. Es würde zweckmäßig sein, eine Reihe von Herren mit der Kontrolle zu beauftragen, kommt einer von ihnen bei Gelegenheit einer anderen Dienstreise in die Nähe eines Beobachtungspunktes, so läßt es sich gewiß oft so einrichten, daß er den Beobachter aufsucht, und sich von der Richtigkeit der Art, wie die Messsung ausgeführt wird, überzeugt. Ich denke in erster Linie an die Kulturinspektionen; deren Beamte kommen im ganzen Lande herum und da sind genug zuverlässige Herren dabei, die eine Kontrolle ausführen können. Ebenso werden wohl die Herren Oberförster und die Herren Mitglieder der Wasserbaubehörden geneigt sein, für die nötige Aufsicht zu sorgen. Das wichtigste bleibt aber immer, daß der Beobachter selbst zuverlässig ist, die Aufgabe, die ihm gestellt wird, ist ja nicht schwierig.

Herr Ministerialrat Hölzinger: Ich meine auch sachliche Kosten.

Herr Bergrat Professor Dr. Steuer: Sachliche Kosten werden durch Bohrlöcher und deren Ausbau entstehen und durch die erforderlichen Nivellements. Jeder Beobachtungspunkt muß einen Pegel erhalten, der einnivelliert und auf Normalnull bezogen werden muß. Diese Nivellements müssen nicht alle sofort gemacht werden, sondern nach und nach. Ich denke mir, daß auch diese Arbeit auf das Katasteramt, die Kulturinspektionen, die Wasserbauämter und auf das Forstvermessungsamt verteilt werden können.

Herr Ministerialrat Hölzinger: Darf ich den Herrn Rudolph fragen, wie oft machen Sie die Beobachtungen?

Herr Direktor Rudolph: Wöchentlich zweimal.

Herr Ministerialrat Hölzinger: Würde einmal wöchentlich genügen, Herr Bergrat?

Herr Bergrat Professor Dr. Steuer: O ja, einmal würde wöchentlich genügen.

Herr Ministerialrat Hölzinger: Hält man die ganzen Ausführungen des Herrn Bergrat Steuer für richtig? Ist man von der Wichtigkeit überzeugt? Wir müssen es doch begründen können, wenn wir Kosten anfordern.

Herr Geheimer Oberbaurat Imroth: Als Vertreter der staatlichen Wasserbauverwaltung kann ich erklären, daß die Frage der Grundwasserbeobachtung und Erforschung von außerordentlicher Wichtigkeit ist und daß es auch geboten erscheint, die in Vorschlag gebrachten Arbeiten nicht weiter hinauszuschieben. Mit den Ausführungen des Herrn Vortragenden kann ich mich durchaus einverstanden erklären, und ich darf wohl annehmen, daß alle Anwesenden die Bestrebungen auf Einführung der vorgeschlagenen Beobachtungen einstimmig unterstützen.

Herr Ministerialrat Hölzinger: Es liegt der Gedanke nahe, daß man durch derartige Beobachtungen die Leute auf mancherlei hinweisen wird, das sie an sich ruhig hingenommen hätten, und daß sie sich viel mehr geschädigt fühlen werden, als sie es wirklich sind.

Herr Bergrat Professor Dr. Steuer: Ich glaube nicht, daß die Tatsache allein, daß Beobachtungen angestellt werden, eine wesentliche Beunruhigung in der Bevölkerung hervorrufen wird. Schlußfolgerungen lassen sich ja erst aus der Bearbeitung des Beobachtungsmaterials ziehen und diese ist dem einzelnen zunächst nicht zugänglich. In der Nähe von Wasserwerken sind aber die Beobachtungen sehr nötig, gerade um zu beweisen, daß eine Schädigung in vielen Fällen nicht vorhanden ist, denn naturgemäß sind die Umwohner leicht geneigt, jede Veränderung des Wasserspiegels als durch das vielleicht neu errichtete Pumpwerk veranlaßt anzusehen. Das Vorkommen säkularen Steigens und Fallens des Bodenwasserspiegels ist im allgemeinen nicht bekannt. Macht sich nun eine Senkung bemerkbar, so werden zur Erklärung ohne irgend welche Begründung Umstände herangezogen, die scheinbar nahe liegen und plausibel erscheinen; man meint, Wasserwerke entnehmen Wasser, also wird die Menge im Boden verringert. Die Gesetze der Ergänzung des Wassers und Begrenzung des Einflusses der Entnahme müssen darum in einzelnen Fällen aufs genaueste studiert werden. Diese Forderung wird immer dringender, je mehr sich unsere Ansiedelungen ausbreiten. Wir müssen suchen, möglichst viel Beobachtungsmaterial in die Hände zu bekommen. Auch im Ried ist das notwendig. Ich habe erwähnt, daß an gewissen Stellen während des Wassertiefstandes große Erträge erzielt worden sind, weil man vom Wiesenbau mit vielen saueren Gräsern zum Ackerbau übergehen konnte. Das war z. B. beim

Kammerhof der Fall. In den letzten Jahren ist aber der Grundwasserspiegel schon wieder um $^1/_2$ m gestiegen. Das macht sich auch bemerkbar, die Felder sind zum Teil ersoffen und können nur noch als Wiesengelände benutzt werden. Das wird noch schlimmer werden, wenn wir wieder den Grundwasserhochstand erreichen, wie er zu Anfang der achtziger Jahre gewesen war.

Herr Geheimer Oberforstrat Dr. Walther: Zur Vervollständigung der Beobachtungen könnten auch solche Brunnen, die für die Wasserversorgung aufgegeben sind, benutzt werden. Im Kreis Gießen z. B. wurden seinerzeit im Basaltgebiet Brunnen angelegt, die erst 20, dann 30, und endlich 40 und mehr m tief gemacht wurden. So ist ein Schachtbrunnen im Orte Rüdinghausen meines Wissens sogar 52 m tief. Jetzt werden ja überall Wasserleitungen angelegt. Es wäre nun interessant, den Wasserstand in den alten Brunnen zu beobachten. Es ist das gerade um deswillen ebenso wichtig, weil man hierdurch zeigen könnte, wie sich das Grundwasser ganz anders bewegt, wie das Oberwasser. Ich erinnere mich an die Zeit vor 27 Jahren, da konnte ich bei meinen xylometrischen Messungen im Walde in $^1/_2$ m Tiefe Wasser schöpfen in Hüll' und Füll'. Es war dies bei Lorsch, Lampertheim und Viernheim. Heute liegt das Grundwasser viel tiefer. Das sind Schwankungen, die nicht mit den Wasserwerken zusammenhängen, sondern mit den großen trockenen und nassen Perioden. Die vorgeschlagenen Beobachtungen sind zum Belege hierfür unbedingt notwendig. Nun ist es aber auch gerade für uns Forstleute interessant, hierüber Aufschluß zu erhalten. Sonst kann man sich manchmal sehr irren. Wie leicht man während der nassen Periode in der das Grundwasser hoch steht, zu falschen waldbaulichen Schlüssen kommen kann, das wissen wir Forstleute. Ich erinnere nur an den Eichenanbau im Ried gegenüber dem Anbau der weniger wasserbedürftigen Kiefer. Jetzt während der Trockenperiode erscheint die Wahl der Eiche nicht richtig, vor 20—30 Jahren war das Bild anders. So ließe sich manches Beispiel aus der Praxis anführen.

Herr Geheimerat Wilbrand: Im Jahre 1870 wurde in Viernheim in dem alten Neckarbett Landwirtschaft betrieben, es wurden Dickrüben gebaut. Die Ökonomen sagten, es sei das alte Neckarbett seit der Rheinregulierung dauernd für die Landwirtschaft gewonnen. Trotz

dieser klugen Prophezeihung hat sechs Wochen nachher das Bett sich mit Wasser gefüllt und ein großer Teil der Gemarkung Viernheim blieb zehn Jahre lang ertrunken. Im Walde kam das Grundwasser so über Tag, daß ich beim Reiten vom Wege nicht in den Wald hereinreiten durfte, sonst brach ich ein. Es hat gedauert bis 1883, dann gings zurück. Jetzt hat man die große Periode der Trockenheit.

Was Herr Bergrat Dr. Steuer vom Kammerhof gesagt hat, das wiederholt sich bei all' diesen Gutshöfen. Es sind Beobachtungen dringend notwendig durch das ganze Ried.

Ich darf noch anführen, daß die Vegetation im Ried von dem Grundwasserstand sehr abhängt. Das Holzwachstum ist in einem Jahr, in dem das Grundwasser hochsteht, doppelt so stark wie sonst in vielen Jahren.

Herr Bergrat Professor Dr. Steuer: Es sind über den Einfluß des Grundwasserstandes auf die Bodenkultur noch eine ganze Reihe besonderer Verhältnisse zu beobachten, die man in einem Vortrage nicht alle erläutern kann. Um ein Beispiel anzuführen, nenne ich das Auftreten von Ortstein und Raseneisenstein. Auch die Bildung des im Ried so verbreiteten Rheinweißes hängt mit dem Grundwasser zusammen. Ortstein und Raseneisenstein machen da, wo sie auftreten, Ackerkultur unmöglich. Sinkt der Grundwasserspiegel, wird also die Oberfläche trocken gelegt, so verschwinden damit die Bedingungen für derartige Neubildungen. Das konnte man z. B. im Lampertheimer Bruch beobachten. Da wurde stellenweise der Stein an der Oberfläche herausgeschlagen und der bebauungsfähige Boden freigelegt. Die Entwässerung ist dort auf die Einwirkung der großen Wasserwerke an der badisch-hessischen Grenze zurückzuführen, die also in diesem Falle einen günstigen Einfluß ausgeübt hat. Die Erforschung des Riedes bezüglich seiner Grundwasserverhältnisse macht sich ferner dringend notwendig, damit man beurteilen kann, wie weit man mit Konzessionen für industrielle Anlagen gehen darf. Der Wert des Riedes für Hessen wird sich in Zukunft nach meiner Meinung noch wesentlich erhöhen. Seine Lage ist für industrielle Erschließung außerordentlich günstig, es hat die denkbar besten Eisenbahnverbindungen, liegt in der Nähe großer Städte, und ferner in der Nähe vom Main und Rhein, die die günstigsten Bedingungen für Wasserfracht bieten. Wenn sich nun dort große industrielle Anlagen ansiedeln,

namentlich solche, die viel Wasser brauchen und demgemäß auch viel Abwasser erzeugen, so entstehen für die Land- und Forstwirtschaft selbstverständlich auch nachteilige Folgen. Man muß darum mit der Besiedelung schrittweise vorgehen, und muß sich an bestimmte Linien halten. Durch andauernde Beobachtungen muß dann erreicht werden, daß man genau weiß, wie sich der Wasserhaushalt im Boden gestaltet. Unter allen Umständen muß ein Wasserraubbau vermieden werden. Wenn man seinerzeit gestattet hätte, daß sich mitten im Ried Wasserwerke mit großer Entnahme angesiedelt hätten, so wäre das von unberechenbarem nachteiligen Einfluß gewesen, denn man hätte bezüglich der Gestaltung der Wasserwirtschaft geradezu das Heft aus der Hand gegeben.

Herr Geheimerat Wilbrand: Ich möchte auf die Gesetzgebung aufmerksam machen. Es wäre höchste Zeit, daß man sich mit der Frage beschäftigt, ob es gestattet sein soll, das Wasser über die Landesgrenze abzuführen. Die Zellstofffabrik Waldhof entnimmt an der Landesgrenze täglich 40000 cbm, der Absenkungstrichter greift in das hessische Gebiet über. Die Zellstofffabrik ist nach Mannheim gelegt worden, trotz der höheren Unkosten, die sich hier für Arbeitslöhne und Holzbeschaffung ergaben, nur wegen des Wassers, weil seine Qualität für die Zellstoffabrikation so vorzüglich ist. Diese Fabrik braucht jetzt schon mehr Wasser wie Mannheim, sie braucht aber immer noch mehr. Sie hat nach heutigen Verhältnissen das Recht, selbst ein Wasserwerk auf hessischem Boden anzulegen und das Wasser nach Mannheim zu dirigieren. Das sind Zustände, die der Aufmerksamkeit des Ministeriums des Innern sehr bedürftig sind. Wir haben angeregt, die Frage zu prüfen, es ist eine Entscheidung nicht erfolgt. Es wäre wohl Anordnung zu treffen, daß ohne Genehmigung des Ministeriums des Innern Wasser über die Landesgrenze nicht abgeführt werden darf.

Herr Regierungsrat Spamer: Ich wollte ohnedies den Fall zur Sprache bringen, den Herr Geheimerat Wilbrand soeben erwähnt hat. Wenn das Ministerium des Innern noch keine Entschließung erlassen hat, so hat das darin seinen Grund, daß über die sehr schwierigen rechtlichen Fragen noch Zweifel bestehen. Deren Lösung hängt eng mit den heute hier aufgeworfenen Fragen zusammen. Eine Förderung der letzeren wird also auch der Beurteilung der rechtlichen

Gesichtspunkte äußerst dienlich sein. Ein ähnlicher wichtiger Fall, wie der eingangs erwähnte, liegt zurzeit auch in Oberhessen vor. Der dabei in Betracht kommenden Frage, ob nicht Wasserwerke durch Errichtung von Quellenschutzbezirken zu schützen sein werden, wird besondere Aufmerksamkeit zu widmen sein; auch für sie werden die angeregten Untersuchungen wertvolle Fingerzeige geben.

Es ist bekannt, daß andere Länder wasserrechtliche Bestimmungen ähnlicher Art haben. Das Ministerium wird, wie gesagt, nicht zögern dürfen, zu erwägen, ob nicht auch in Hessen auf diesem Gebiete alsbald etwas zu geschehen hat. Es wäre nun hier noch von Interesse zu hören, inwieweit die Gesetzgebungen anderer Länder den heute hier ausgesprochenen Gedanken Rechnung tragen, um darnach zu ermessen, ob in Hessen in gleicher oder in anderer Weise vorzugehen sein wird.

Unsere Novelle zum Bachgesetz von 1908 hat übrigens bereits mit einer Regelung auf diesem Gebiet begonnen.

Herr Bergrat Professor Dr. Steuer: Ich habe die neuen Wasserrechtsbestimmungen der verschiedenen Staaten nicht alle gegenwärtig. Es ist aber in den wasserrechtlichen Gesetzen das Grundwasser überall nur in beschränkter Weise berücksichtigt. Einzelne, wie man zunächst glauben möchte, leicht durchführbare Bestimmungen sind in neuerer Zeit erlassen. So geht es z. B. nicht mehr, daß man jede beliebige Quelle abgraben kann, ebenso gibt es Bestimmungen, die die Entnahme von Grundwasser beschränken, Schadenersatzpflicht feststellen und eventuell Enteignungsrecht als zulässig bestimmen. Aber der Nachweis, ob eine Quelle oder ein Grundstück durch eine Wasserentnahme oder durch eine künstliche Absenkung irgend welcher anderen Art beeinträchtigt sind, ist in der Regel sehr schwierig zu führen. Gesetzliche Bestimmungen müßten so getroffen werden, daß sie auf ganz bestimmten geologischen und hydrologischen Beobachtungen und Gesetzen beruhen. Sie müßten so ausgearbeitet werden, daß der Richter unter Hilfe von Sachverständigen wirklich einen gangbaren Weg für eine rechtliche Entscheidung vorfindet.

Herr Direktor Rudolph sagte mir, in Preußen sei seit 1893 ein Wassergesetz in Vorbereitung. Dieser schöne Zeitraum beweist, daß hier etwas nicht im Lote ist, die Gesetzgeber fassen am falschen Punkte an, die Grundlagen fehlen; sie sind nicht binnen Kurzem durch Zuziehung von ein paar Sachverständigen zu schaffen.

Der Preußische Staat hat eine große Landesanstalt für Gewässerkunde. Sie macht an oberflächlichen Gewässern sehr wertvolle Beobachtungen. An den Grundwasserverhältnissen wird jedoch noch weit weniger beobachtet, als in Hessen bisher geschehen ist.

Anmerkung:

Die jüngsten Wassergesetze der größeren deutschen Staaten sind die von Bayern, Sachsen, Württemberg und Baden. Dazu kommt der Entwurf eines Wassergesetzes, der allerdings zurückgezogen ist, von Preußen und die Novelle zum hessischen Bachgesetz.

Der Entwurf eines Königlich Preußischen Wassergesetzes vom Jahre 1907 sowie das Königlich Sächsische Wassergesetz aus dem Jahre 1909 beschäftigen sich lediglich mit den oberflächlichen Gewässern. Dagegen sind im Königlich Bayrischen, im Königlich Württembergischen und im Großherzoglich Badischen Wassergesetz, das erste von 1907, das zweite von 1902, das letzte von 1899, sowie in der oben erwähnten Novelle zum hessischen Bachgesetz, manche Bestimmungen über das unterirdische Wasser und dessen Ausnutzung enthalten. Die Bedenken, die gegen diese Gesetze nach meiner Meinung vom geologischen und hydrologischen Standpunkte aus geltend zu machen sind, beruhen einmal darauf, daß das Bodenwasser in viel zu weit gehendem Maße dem Eigentum des Grundbesitzers zugeteilt ist. Ferner aber ist gar keine Rücksicht darauf genommen, daß die Arten, unter denen Bodenwasser auftritt, ganz verschieden sind (vergl. meine Abhandlung: Die Entstehung des Grundwassers im hessischen Ried, Festschrift zum 70. Geburtstag des Herrn von Koenen, 1906), vor allen Dingen aber sind sich weite Kreise gar nicht darüber klar, daß Bodenwasserströme verschiedener Art außerordentlich verbreitet sind, und daß auch für die Entstehung von Bodenwasserbecken nicht nur einzelne Grundstücke, sondern meist ein ganzer Komplex, eine ganze Landschaft in Betracht kommt und dadurch gewissermaßen gemeinsam am Besitz beteiligt ist. Wenn nun dem Grundeigentümer das volle Besitzrecht über das unter seiner Besitzoberfläche auftretende Gewässer zugesprochen wird, so daß er bei jeder Beeinträchtigung desselben auch schadenersatzberechtigt wird, so müssen sich mit der Zeit bedenkliche Folgen ergeben, die sich aller Wahrscheinlichkeit nach in Rechtsstreitigkeiten geltend

machen werden, bei denen die Entscheidung für die Richter nach den neuen Bestimmungen vielleicht eher erschwert, anstatt erleichtert wird. Denn, wenn Bodenwasserströme vorliegen, erhält der Grundbesitzer ein Besitzrecht an einem Gegenstande, der nicht auf seinem, sondern auf fremden Grundstücken entsteht, er durchströmt nur sein Land. Der Besitz hängt also streng genommen nur an einem Zustand, nämlich an der Höhe des Wasserstandes. Dieser Zustand ist aber schon aus natürlichen Gründen ein wechselnder; er kann andrerseits von der Bewirtschaftung des oberhalb in der Wasserstromrichtung gelegenen Geländes beeinflußt werden. Man braucht dabei noch gar nicht an eine Wasserentnahme zu denken, z. B. sind Wald- oder Feldkultur auf die Entstehung von Bodenwasser von ganz verschiedenem Einfluß. Solchen Verhältnissen gegenüber tritt das öffentliche Recht an dem Grundwasser viel zu sehr in den Hintergrund. Wenn, in einem anderen Falle, ein Eigentümer z. B. über weites Gelände verfügt, so daß er bei einer starken Wasserentnahme einen Nachbar nicht unmittelbar schädigt, so kann er, ohne daß jemand Einspruch erheben kann, das Wasser ausnutzen, er kann es auch zu beliebigen Zwecken, z. B. über eine Landesgrenze fortführen, sofern er bis zu dieser auf seinem Gelände bleibt. Es ist ein Wasserraubbau im schlimmsten Sinne des Wortes möglich. In solchen Fällen kann die Befürchtung Deeckes, bis zu gewissem Grade sehr wohl zutreffen, es kann, wenn nicht Ödland, so doch ganz minderwertiger Boden erzeugt werden. Der Staat hat aber ein öffentliches Interesse daran, daß die Bodenkultur in seinem Lande auf größere Flächen nicht in willkürlicherweise vernichtet oder beeinträchtigt wird. Darum ist die gesetzliche Festlegung des öffentlichen Rechtes am Bodenwasser gegenüber dem Besitzrecht des Einzelnen unbedingt in viel schärferer Weise notwendig, als das bisher geschehen ist. Es sind Schutzbestimmungen über das Bodenwasser auch gegen den Landeigentümer notwendig, der nur gewissermaßen zufällig, zum mindesten ohne sein Zutun in dessen Besitz kommt.

Bestimmungen über die Zulässigkeit von Wasserabführung über die Landesgrenzen sind meines Erachtens dringend notwendig. Da müßte aber auch eine reichsgesetzliche Regelung eintreten, denn daß ein solcher Zustand möglich ist, wie er an der badisch-hessischen Grenze vorliegt, daß Wasserentnahme-

anlagen den Grundwasserstrom, der aus dem oberhalb gelegenen fremden Lande kommt, so ausnutzen, daß jahrhunderte alte Kulturen geradezu zerstört werden, ohne daß rechtlich ein Einspruch möglich ist, ist verletzend für das Rechtsempfinden.

Herr Geheimer Obermedizinalrat Dr. Neidhart: Aus dem Umstande, daß die Abteilung für öffentliche Gesundheitspflege zu der heutigen Versammlung zugezogen worden ist, entnehme ich, daß Sie Interesse daran haben, zu hören, wie sich die Gesundheitspflege zu der Frage verhält. Die Grundwasserfrage hat früher eine große Rolle gespielt. Pettenkofer hat nachgewiesen, daß in München mit der Absenkung des Grundwassers immer die Sterblichkeit zunahm und erklärte das damit, daß sich die Bakterien der über dem Boden stehenden Luft mitteilten. Unter den Anschauungen über die Infektionskrankheiten von Robert Koch sind diejenigen von Pettenkofers in den Hintergrund getreten. Man legt das große Gewicht heute nicht mehr dem Grundwasser bei, wie das früher der Fall war. Auf Grund der Pettenkoferschen Ansichten sind in den achtziger Jahren von dem Reichsgesundheitsamt Anregungen an die verschiedenen Staaten ergangen, sich der Frage der Beobachtung des Grundwassers zu widmen. Die Abteilung für öffentliche Gesundheitspflege hat auch in Hessen damals die Einrichtung von Grundwasserbeobachtungen vorgenommen. In dem Maße, als wir das Interesse an den Messungen verloren, sind dieselben nach und nach eingeschlafen. Eine Bearbeitung der Ergebnisse hat nicht stattgefunden. Die Aufzeichnungen sind vorhanden. Wir können sie zur Verfügung stellen. Ich wollte nur erwähnen, daß wir auch die Lehrerkreise und namentlich die Besitzer von kleinen Apotheken herangezogen haben, weil sie die nötige Zeit dazu hatten und auch sonst dafür geeignet erschienen. Sie könnten nun meinen, daß die Hygiene das Interesse für die Sache verloren hätte. Das ist durchaus nicht der Fall. Aus dem von Herrn Bergrat Dr. Steuer Vorgeführten können sie entnehmen, daß ein lebhaftes Interesse fortbestehen muß. Die Medizin muß lebhaften Anteil nehmen. Ich möchte darauf aufmerksam machen, daß Herr Dr. Steuer mitgeteilt hat, daß die Grundwasserfrage in bezug auf Wohnungshygiene eine besondere Bedeutung hat. Wir haben das vor einiger Zeit recht lebhaft empfunden bei der Anlage des neuen Schulhauses in Büdingen.

In zweiter Linie möchte ich darauf hinweisen, wie Herr Dr. Steuer betont hat, daß in bezug auf die Anlagen von Fabriken die Kenntnis des Grundwasserstandes außerordentlich wichtig ist. Hier sind besonders die Möglichkeiten der Verunreinigung des Grundwassers durch die Abwässer der Fabriken ins Auge zu fassen.

Das sind die Punkte, von denen aus ich den Vorschlag, den Herr Dr. Steuer uns unterbreitet hat, aufs wärmste empfehlen möchte.

Herr Wasserwerksdirektor Regierungsbaumeister Rudolph: Es könnte den Anschein haben, als ob der Zweck der heutigen Besprechung, nämlich der Schutz der Landwirtschaft, in einem gewissen Gegensatz zu den Interessen der städtischen Wasserversorgungen stünde, indem die Landwirtschaft gegen jener Übergriffe zu schützen sei. Letzteres mag hie und da notwendig sein, aber im großen ganzen werden durch die geplanten Aufzeichnungen einmal außerordentlich wertvolle Winke gegeben für die Maßnahmen bei Erweiterung von Wasserwerken, sodann werden auch rechtliche Grundlagen gewonnen zum Schutz der Wasserwerke gegen unbegründete Angriffe.

In Preußen wird zurzeit ein neues Wassergesetz ausgearbeitet, der erste Entwurf wurde bereits 1893 aufgestellt, doch schlief die Sache wieder ein und erst 1907 entstand ein neuer Entwurf. Mit diesem hat sich wegen seiner Wichtigkeit für die Wasserwerke der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern eingehend beschäftigt, und er hat durchgesetzt, daß er von der Regierung zur Mitarbeit zugezogen wurde. Ich weiß zurzeit nicht, wie weit die Sache gediehen ist, habe aber das Gefühl, daß noch lange Zeit darüber vergeht, bis sie zum Abschluß kommt, und daß sie viel Arbeit verursacht.

Es ist heute außerordentlich schwierig, bei dem großen Anwachsen der Städte, bei dem Aufblühen der Industrie und bei der wachsenden Verseuchung der ländlichen Wohnstätten ein einwandfreies Trinkwasser zu erlangen. Die Behörde, die die Aufgabe hat für Wasser zu sorgen, kann nicht einfach einen Ingenieur nehmen, der Bohrungen macht und die Anlage aufstellt und ein hübsches Haus dazu bauen lassen, sondern sie benötigt vielfach der Mitwirkung des Hydrologen und Geologen, des Chemikers und Hygienikers, um ein gutes Trinkwasser herbeizuschaffen. Der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern arbeitet seit längerer Zeit auf ein solches Zusammenwirken hin. Herr Dr. Steuer wurde deshalb veranlaßt, vor kurzem, bei der Ver-

sammlung des Mittelrheinischen Zweigvereins des Deutschen Vereins der Gas- und Wasserfachmänner in Bingen und bei der 50. Hauptversammlung in Frankfurt a. M. größere Vorträge zu halten; es fand dabei große Anerkennung, daß er die Zusammenarbeit der verschiedenen Faktoren und besonders die Mitarbeit des Geologen bei den Grundwasseruntersuchungen empfahl. Wir sind in Darmstadt schon lange zu der Erkenntnis gekommen, daß wir die Mitarbeit der Geologen bedürfen, haben deshalb mit ihnen zusammengehalten und ihnen das hiesige Material zur Verfügung gestellt. Ich persönlich bin auch in Zukunft gerne bereit, bei den geplanten Untersuchungen mitzuwirken.

Ich möchte noch eins erwähnen. Bekanntlich liegt die Brunnenanlage des Darmstädter Wasserwerkes im Griesheimer Eichwäldchen, an dessen Westrand sie sich in einer Länge von ca. 1300 m von Norden nach Süden erstreckt. Heute ist dort ein gemischter Bestand von Eichen und Buchen, denen man es nicht anmerkt, daß dem Boden täglich bis zu 14000 cbm Wasser entzogen werden.

Alte Bäume leiden gewiß Schaden, wenn ihnen auf einmal größere Mengen Grundwasser entzogen werden, solche sind aber dort kaum mehr vorhanden. Der jetzige Bestand wird ungefähr so alt sein, als das Wasserwerk selbst, also 30—35 Jahre.

Herr Geheimer Oberforstrat Dr. Walther: Am Griesheimer Wasserwerk haben wir in der Nähe der Hauptbrunnen noch einzelne alte Eichen neben jungem Laubholz, was recht interessant ist. Während die alten Eichen, die plötzlich ihren Durst nicht mehr befriedigen konnten, und sie waren doch daran gewöhnt, zopftrocken wurden, sogenannte Hirschhörner bekamen, hat sich das Jungholz den Verhältnissen angepaßt und offenbar seine Wurzeln tiefer in den Boden gesenkt. Die alten Bäume waren eben nicht mehr in der Lage, sich an eine andere Lebensweise zu gewöhnen.

Ich möchte noch auf einen anderen Punkt aufmerksam machen. Es ist Ihnen wohl bekannt, daß die Darmstädter Abwässer zur Berieselung in der Gemarkung Griesheim, Darmstadt benutzt werden. Ich glaube nicht, daß wir in Hessen irgendwo eine so schöne Berieselungsanlage haben wie dort, im Westen der Residenz. Ich glaube, es wäre sehr erwünscht, wenn auch in diesem Gebiet Grundwasseruntersuchungen, unter anderem auch wegen des Einflusses, den Kochsalz usw. auf das Grundwasser ausübt, ausgeführt würden.

Was die Frage der Wassergesetzgebung anlangt, so glaube ich, daß diese Materie außerordentlich schwierig ist, so daß die Landesgesetzgebung sich recht lange damit abquälen wird. Ich hoffe, daß wir zum Reichswassergesetz kommen. Wenn jeder Bundesstaat sein eigenes Recht erhält, so ist das sehr mißlich, schon allein wegen der gemeinsamen Interessen und der gegenseitigen Lage der Staaten zu einander. Aus diesem Grunde müssen wir ein Reichsgesetz haben. Im Übrigen wird das Wasser wie ein Metall von Jahr zu Jahr wertvoller, so daß auch deshalb eine gesetzliche Regelung erwünscht sein muß.

Herr Bergrat Dr. Schottler: Ich wollte mir erlauben, auf die große Wichtigkeit hinzuweisen, daß man die Beobachtungen in der Nähe des Inheidener Wasserwerkes so rasch als möglich und besonders noch vor der Eröffnung des Werkes in Gang setzt. Ich habe einen dahingehenden Antrag schriftlich bei der Provinzialdirektion gestellt. Man konnte sich seither noch nicht zur Ausführung entschließen. Im Horloftal, respektive östlich und westlich davon, sind diese Beobachtungen sehr notwendig. Obgleich das Werk noch gar nicht betrieben wird, gehen die Klagen über vermeintliche Schädigungen durch Sinken des Grundwasserspiegels jetzt schon ins Ungeheuere. Es wäre, wenn die Provinz von sich aus nicht an die Frage herantreten will, zu erwägen, ob nicht die staatlichen Behörden die Sache in Fluß bringen wollen. Entschädigungsansprüche werden gewiß in großer Menge geltend gemacht werden, bei deren Behandlung dieses Beobachtungsmaterial gar nicht entbehrt werden kann.

Herr Bergrat Professor Dr. Steuer: Daß heute über die Anregungen und das Material, das ich Ihnen vorgetragen habe, nicht sofort ein endgültiger Beschluß gefaßt werden könne, hatte ich mir selbst gesagt. Es wäre nach meiner Meinung zweckmäßig, wenn der Vortrag und auch die Anregungen, die in der nachfolgenden Besprechung gegeben worden sind, sobald als möglich in Druck gegeben und dann den Großherzoglichen Ministerien und den verschiedenen Behörden zugestellt würden. Es ist jedenfalls notwendig, daß die Herren Vertreter aus den Großherzoglichen Ministerien und der Behörden, die ihre Mitwirkung in Aussicht gestellt haben und die an der Aufstellung eines Arbeitsplanes mitarbeiten wollen, noch einmal in Ruhe über den gesamten Stoff nachdenken können. Ich erlaube mir, das Großherzog-

liche Ministerium zu bitten, nach dem Erscheinen des Vortrages noch einmal eine engere Versammlung einzuberufen, die sich über die Ausgestaltung und Anordnung des Beobachtungsdienstes schlüssig machen soll. Ich lege großen Wert darauf, daß die beteiligten Behörden ihre Beamten zu dauernden und regelmäßigen Beobachtungen anhalten. Es ist nicht möglich, nach ein oder zwei Jahren weitgehende Resultate zu erzielen, ich muß immer wiederholen, daß wir nach vieljährigen sorgfältigen Beobachtungen streben müssen, an denen das Interesse nicht erlahmen darf.

Ferner möchte ich nochmals die Anregung, die ich am Schlusse meines Vortrages gegeben habe, den Großherzoglichen Ministerien aufs wärmste ans Herz legen. Es wird sich doch vielleicht möglich machen lassen, daß einzelne Herren aus der Forstverwaltung und aus der landwirtschaftlichen Verwaltung zeitweise an der Geologischen Landesanstalt arbeiten können. Für die Zwecke der Bodenuntersuchung, über die Wasseraufnahmefähigkeit, die Erschließung von Nährstoffen usw. muß mit gespannter Kraft gearbeitet werden. Die geologische Landesanstalt kann diese Arbeit nicht allein leisten. Ich betone nochmals, wir sind in der Lage, nach geologischen Gesichtspunkten mit chemischen Hilfsmitteln und mit Hilfe der mechanischen Bodenanalyse die Entstehung der Böden und ihre allgemeine Zusammensetzung zu erforschen, aber zum vollen praktischen Nutzen kommen diese Arbeiten erst, wenn sie, wie ich in meinem Vortrage ausführte, im Zusammenhang mit physiologischen Untersuchungen und Beobachtungen und mit praktischen Versuchen gemacht werden. Die Herren Forstbeamten und Landwirte sind naturwissenschaftlich vorgebildet, sie sollen selbständig forschend an der Anstalt arbeiten, unter Anleitung und Einführung in die wissenschaftlichen Methoden durch die Landesgeologen und unter Benutzung der Hilfsmittel der Anstalt. Auf diese Weise kann die unbedingt notwendige Verbindung zwischen den wissenschaftlich und praktisch arbeitenden Behörden immer enger und fruchtbringender gestaltet werden, indem die eine mehr und mehr kennen lernt, nach welcher Seite ihre Forschungen erweitert werden müssen, um für die Praxis Aufschluß zu liefern, während die anderen, nachdem sie sich in die wissenschaftlichen Forschungen eingearbeitet haben, deren Übertragung in die Praxis vermitteln und dann in ihrem späteren Wirkungskreise dauernd durch Anregungen und selbständige

Beobachtungen ebendiese Forschungen in ihrer Anwendung unterstützen und fördern werden. Die Arbeitskräfte werden wechseln, das schadet nicht, sondern ist eher von Vorteil. Ist nur einmal die Einrichtung getroffen, ist eine sichere Grundlage geschaffen, dann kann immer nach den verschiedenen Richtungen, den Interessen und der Befähigung des Einzelnen weiter gearbeitet werden. Ich zweifle nicht, daß auf diesem Wege gute Erfolge erzielt werden.

Herr Oberbaurat Mangold: Es ist seinerzeit die Rede davon gewesen, daß durch das Wasserwerk Darmstadt das Ried etwas trockener gelegt würde. Das ist aber nicht der Fall, weil die bewässerten Flächen im gleichen Gebiet wie die Wasserentnahme liegen und das durch das Wasserwerk entnommene und ihnen als Abwasser zugeführte Wasser vollständig in sich aufnehmen. Es verschwindet im Boden und wird wieder zu Grundwasser. Hierbei werden die Schmutzstoffe vom Boden zurückgehalten, nicht aber die Salze, darunter das Kochsalz. Sie gehen ins Grundwasser über. Wie weit die dadurch bedingten Anreicherungen an Kochsalz gehen, ist bis jetzt nicht ermittelt worden. Es sind aber aus der Gemarkung von Griesheim noch keine Klagen geführt worden. In der Nähe der Pallaswiese ist das Grundwasser bereits sehr verschlechtert, am Bahnübergang der Weiterstädterstraße ist es ungenießbar. Jedenfalls ist es dort stark versalzen. Der von den Rieselfeldern stammende Kochsalzgehalt des Grundwassers ist vorhin von Herrn Geheimer Oberforstrat Dr. Walter schon berührt worden. Es wäre von allgemeinem Interesse zu wissen, wie weit die Versalzungen unter verschiedenen Verhältnissen reichen und wie stark sie sind. Ich habe früher Gelegenheit gehabt, in Bickenbach Untersuchungen darüber machen zu lassen und gefunden, daß sie dort sehr schnell wieder abnehmen. Der vom Ort stammende Überschuß an Kochsalz verschwindet dort in geringer Entfernung von der Ortslage.

Die Erwähnung des Versenkens des Darmstädter Brauch- nnd Abwassers ins Grundwasser gibt Veranlassung, auch die künstliche Erzeugung von Grundwasser zu erwähnen. Abgesehen davon, daß Abwasser nicht zu verwenden wäre, wäre der Vorgang dabei ein ähnlicher, wie bei der Abwasserrieselung. Als Ort der Versenkung und der Wiedernutzbarmachung des Wassers würde man die Wälder benutzen müssen.

Wie im Vortrag hervorgehoben wurde, ist der Rhein die große Abzugsrinne für das gesamte Wasser einschließlich des Grundwassers. Dessen Mengen sind, soweit sie nicht benutzt sind, noch nicht ermittelt. Man kann annehmen, daß sie sich an einem Tag schon nach Hunderttausenden von Kubikmetern berechnen. Es würde sich, wenn man sie auch nur um 1 Pfg. pro Kubikmeter verwerten könnte, schon ein sehr hoher Wert des unbenutzt in den Rhein fließenden Grundwassers ergeben. Wenn man an die spätere Bevölkerung denkt, so erkennt man, daß die Zukunft eine stärkere Ausnutzung und auch lokale Vermehrungen durch künstliche Erzeugung von Grundwasser bringen kann.

Herr Direktor Rudolph: Zu der Mitteilung kann ich noch bemerken, daß sich auf der Pallaswiese eine Wiesenwärterwohnung befindet, bei der ein Brunnen errichtet ist. Dieser hat vor zwei Jahren erheblich vertieft werden müssen, weil das Oberflächenwasser so verdorben war, daß man es nicht mehr genießen konnte.

Herr Ministerialrat Hölzinger: Es scheint nicht, daß noch einer der Herren das Wort nehmen will. Ich glaube, daß es richtig ist, wie Herr Dr. Steuer vorgeschlagen hat, wir warten den Druck des Vortrages ab und sprechen nachher noch einmal in einer engeren Zusammenkunft über die Angelegenheit. Als allgemeines Ergebnis der Versammlung kann ich feststellen, daß auf dem Gebiet zur Herstellung des Grundwasserbeobachtungsdienstes etwas geschehen muß, und daß die beteiligten Ressorts bereit sind, mitzuwirken.

Erläuterungen zu Tafel I.

Die Karte stellt die Rheinebene und ihre Randgebirge zwischen dem Main und der Hessisch-Badischen Grenze dar. Die Niederung heißt das hessische Ried. Auf beiden Seiten sind die Bruchlinien eingetragen, die Gebirge und Ebene trennen. Sie sollen indessen nicht einheitliche Spalten darstellen, sondern es sind eigentlich Bruchzonen, wobei in verschiedenen Abständen mehrere Brüche, sich gabelnd, parallel verlaufend und durch Querbrüche verbunden, nebeneinander fortstreichen. Sie haben manchmal auch staffelförmigen Abbruch bewirkt, wie er durch Bohrungen nachgewiesen ist, die unter dem Diluvium am Gebirgsrande das Tertiär in geringer Tiefe angetroffen haben. Die Spalten am Odenwaldrande sind durch die Arbeiten von C. Chelius, G. Klemm und im Süden auch von W. Schottler, diejenigen am rheinhessischen Bergrande von mir selbst festgestellt worden.

Die kräftigsten Grundwasserströme gehen auf der Ostseite von den Einmündungen des Weschnitztales und des Modautales aus. Gewaltige Grundwassermassen schieben sich von da aus gegen den Rhein hin vorwärts. Sie werden im Süden von den Wasserwerken von Mannheim, der Zellstoffabrik Waldhof und der Stadt Worms ausgebeutet, während im Norden nur die Stadt Darmstadt am Griesheimer Eichwäldchen, das etwa in der Mitte des Modautalstromes liegt, ihr Trinkwasser entnimmt. Die Täler mit ihren Flüssen haben im Gebirge keine wesentlichen Alluvionen, letztere fließen vielmehr auf weite Strecken und das gerade noch kurz vor dem Ausgang der Gebirgstäler über anstehendes Gestein dahin. Die Grundwassermassen entstehen also nicht oberflächlich innerhalb des Gebirges in den lockeren Talauffüllungen, aus denen sie in die mächtige Alluvion der Rheinebene einmünden könnten, sondern erst in der Tiefe an der Abbruchs-

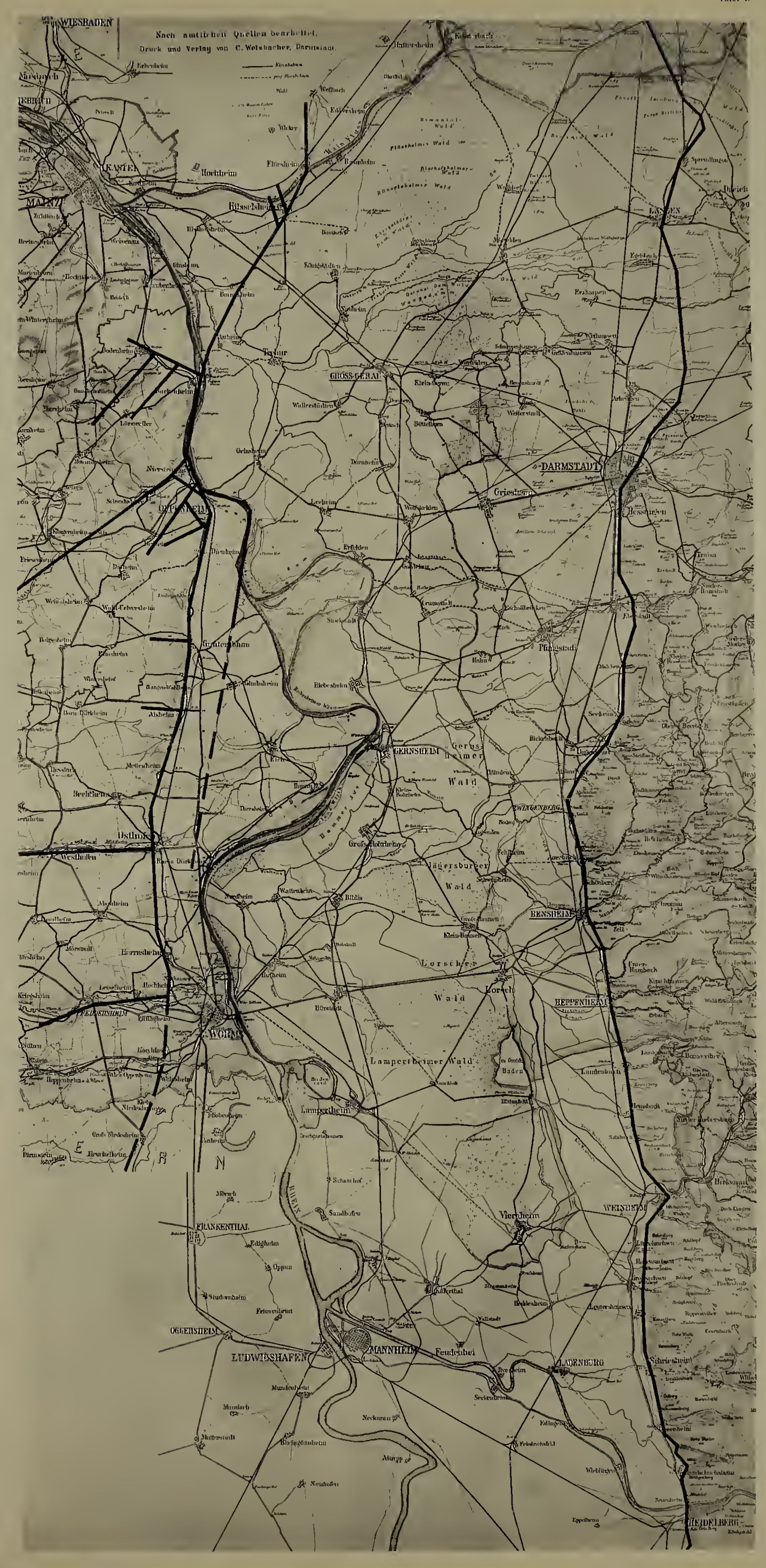
stelle. Nach Klemms Beobachtungen ist das Gebirge an diesen beiden Talöffnungen sehr stark zertrümmert, wodurch der Wasseraustritt erleichtert wird; Wasser mit artesischem Auftrieb ist denn auch tatsächlich durch Bohrlöcher am Gebirgsrand festgestellt. Bei Heppenheim ist auch aufsteigendes Mineralwasser nachgewiesen. Auch in dem nördlichen Teil zwischen Langen und Darmstadt entsteht auf den Spalten gegen das Rotliegende Grundwasser. Die Ströme sind jedoch nicht so kräftig wie die südlichen, sie ziehen in Rinnen teils nach dem Main, teils nach dem Rhein ab, die die Odenwaldbäche in der Diluvialzeit schufen. In der tiefen Niederung, hart am Odenwaldrande, zieht ferner das alte Neckarbett entlang, das bei Trebur in den Rhein mündete. Die alten Rinnen sind leider auf dieser Karte nicht eingetragen. In den oberen Kiesen und Sanden des Neckars bewegt sich ebenfalls ein Grundwasserstrom, der aber von den unteren Odenwaldströmen chemisch durchaus verschieden ist und durch tonige und feinsandige Schichten undurchlässig getrennt ist.

Die rechtsrheinischen Grundwasserströme besitzen chemisch einen ganz anderen Charakter als die linksrheinischen. Sie stehen auch in keinem Zusammenhange, sondern werden durch das Rheinbett streng geschieden. Die Hauptverwerfungsspalte, die geologisch das rheinhessische Tertiärland von der Rheinebene trennt, streicht durch die Mainspitze von Rüsselsheim auf Nackenheim zu und dann an dem Bergrande entlang. Auf ihr tritt offenbar an besonders stark zerrütteten Stellen Mineralwasser aus, am kräftigsten auf der rechten Rheinseite bei dem Hof Hohenau gegenüber von Nackenheim, ehe die Spalte in den Rhein eintritt. Auch im Süden, am Ausgange des Pfrimmtales bei Worms ist im Grundwasser ein stärkerer Gehalt an Mineralsalzen beobachtet und westlich von Worms im Pfrimmtale bei Pfeddersheim wurde in der Nähe einer Querspalte eine schwache Mineralquelle mit Gehalt an Kochsalz erbohrt, auch aus dem Tal westlich von Osthofen ist schwaches Mineralwasser bekannt.

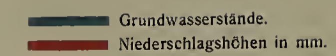
Das Grundwasser der linken Rheinseite enthält im Durchschnitt etwa 30° deutsche Härte. Das entspricht seiner Entstehung in den Kalken des Tertiärs, die im südlichen Teile des Bergrandes längs des Rheins tief abgesunken sind, sodaß das kalkreiche Kluftwasser unterirdisch in die Rheinalluvion eintreten und in Grundwasser übergehen kann. Tatsächlich schiebt sich, an den Talaustritten am Odenwaldrande wie

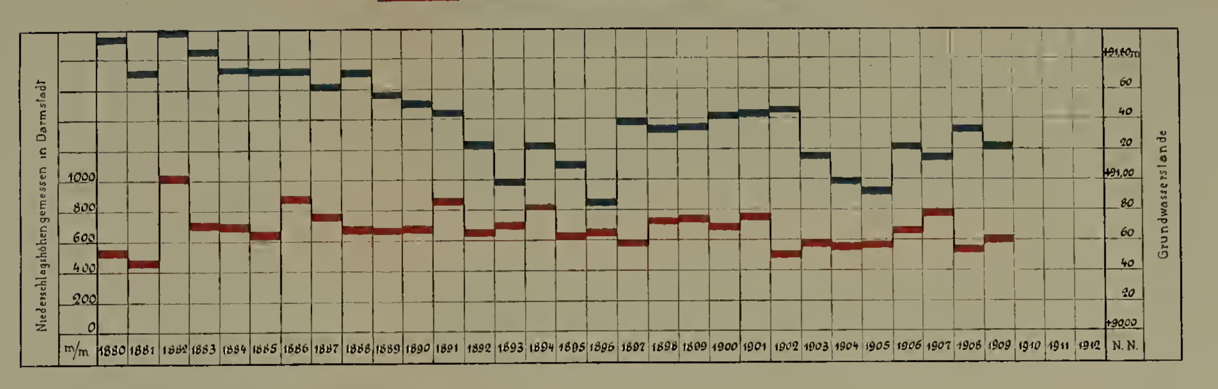
auch vom Austritt des Pfrimmtales, ein kräftiger Grundwasserstrom gegen den Rhein vor, und ähnliche Ströme sind an den kleineren, aber doch durch Querbrüche veranlaßten Tälern bei Osthofen und Alsheim bekannt. An der letzgenannten Stelle wurde das starke Gefälle des Grundwassers durch Aufnahmen von Grundwasserkurven festgestellt, die deutlich den vom Alsheimer Tal ausgehenden Wasserkegel erkennen ließen.

Der Rhein bildet die Entwässerungsrinne für die beiderseitigen Grundwasserströme, indem er die empordringenden Grundwassermengen aufnimmt. Tritt Hochwasser des Stromes ein, das länger anhält, so wird das Grundwasser rückwärts gestaut und tritt dann an die tiefer gelegenen Stellen über Tage aus.

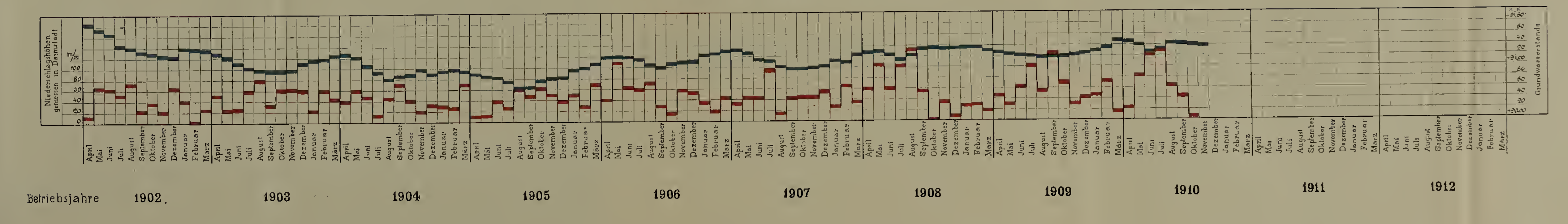

WIESBADEN
Nach amtlichen Quellen bearbeitet.
Druck und Verlag von C. Welsbacher, Darmstadt.
KASTEL
MAINZ
Hochheim
Weilbach
Flörsheim
Rüsselsheim
Trebur
GROSS-GERAU
Nierstein
OPPENHEIM
DARMSTADT
Griesheim
Eberstadt
Pfungstadt
Bickenbach
Gernsheim
GERNSHEIM
Gernsheimer Wald
ZWINGENBERG
Jägersburger Wald
BENSHEIM
HEPPENHEIM
Lorsch
Lorscher Wald
Lampertheimer Wald
Lampertheim
WORMS
Ostthofen
Westhofen
Alsheim
Guntersblum
Biblis
Hofheim
Bürstadt
FRANKENTHAL
Viernheim
WEINHEIM
Käferthal
Feudenheim
MANNHEIM
LUDWIGSHAFEN
OGGERSHEIM
LADENBURG
Schriesheim
Neckarau
HEIDELBERG
RHEIN
LANGEN
Sprendlingen

Schaulinien
der jährlichen Grundwasserstände und Niederschlagshöhen.





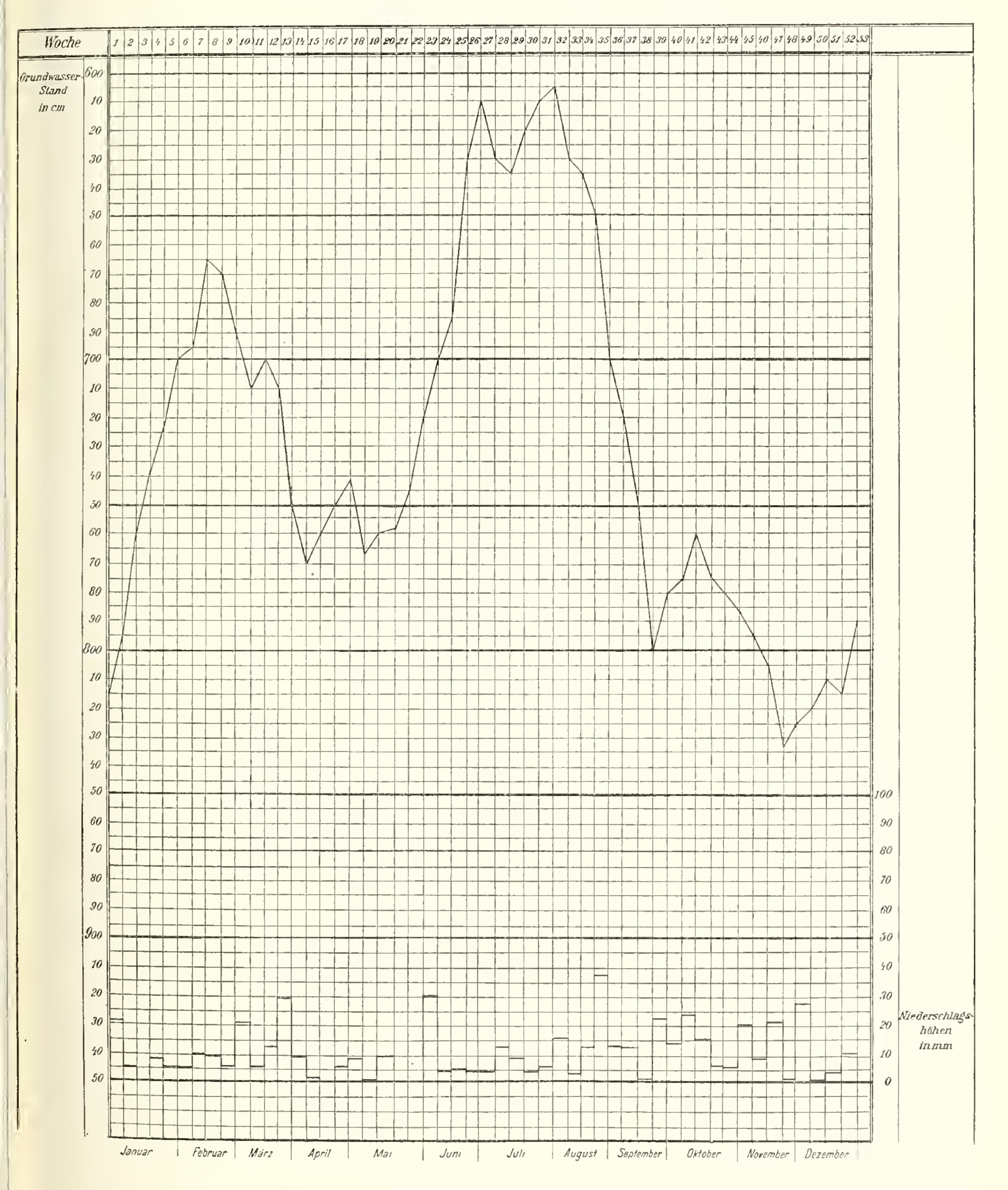
Schaulinien
der monatlichen Grundwasserstände und Niederschlagshöhen.



Wasserspiegelbeobachtungen

an einem Brunnen in der Stiftstraße an der Ecke der Erbacherstraße in Darmstadt.

Tiefe des Brunnens 9,24 m. Höhenlage 161,54 über NN.
Beobachter: Städtisches Wasserwerk 1905.




BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY

Wasserspiegelbeobachtungen

an einem Brunnen in der Stiftstraße an der Ecke der Erbacherstraße in Darmstadt.

Tiefe des Brunnens 9,24 m. Höhenlage 161,54 über NN.
Beobachter: Städtisches Wasserwerk 1909.

